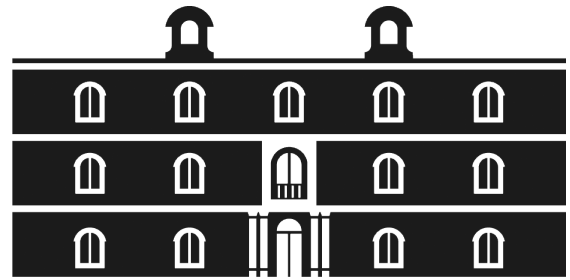


**Universidad  
Politécnica  
de Cartagena**



**industriales**  
etsii UPCT

# **Diseño de la tarjeta de control de un sistema de planchado industrial**

**Titulación:** I.T.I. Especialidad  
Electrónica Industrial  
**Alumno/a:** Adolfo Ruiz García-Vaso  
**Director/a/s:** Pedro Díaz Hernández

Cartagena, 17 de Febrero de 2014



# Indice

<b>Memoria</b>	<b>1</b>
1.-Introducción.....	1
2.-Listado de elementos del sistema.....	1
2.1.-Sistema de planchado.....	1
2.2.-Sistema de control.....	3
3.-Funcionamiento general.....	9
<b>Pliego de condiciones</b>	<b>11</b>
1.-Elemento de planchado.....	11
1.1.-Base de la plancha.....	11
1.2.-Elemento calefactor.....	11
2.-Deposito.....	15
2.1.-Dimensiones.....	15
2.2.-Aislamiento termico.....	15
2.3.-Control de nivel.....	16
3.-Tuberias.....	21
3.1.-Tuberias del deposito al calderín.....	22
3.2.-Tuberias del calderín a la plancha.....	23
4.-Tratamiento del agua.....	24
4.1.-Parametros del tratamiento de agua.....	24
4.2.-Problemas asociados a la utilización de agua en calderas.....	25
4.3.-Equipos de tratamiento de agua.....	27
5.-Calderín.....	27
5.1.-Dimensiones.....	27
5.2.-Aislamiento térmico.....	28
5.3.-Presión en el interior del calderín.....	29
5.4.-Control del elemento calefactor.....	32
6.-Bomba.....	36
6.1.-Control de nivel en el calderín.....	37

6.2.-Activación de la bomba.....	40
7.-Pantalla LCD.....	41
7.1.-Descripción de los pines.....	42
7.2.-Memoria de la pantalla LCD.....	42
8.-Puesta en marcha.....	50
8.1.-Activación de la plancha.....	51
8.2.-Activación de la bomba.....	52
8.3.-Activación del elemento calefactor.....	52
9.-Seguridad.....	53
9.1.-Medidas de seguridad.....	53
9.2.-Seguridad del usuario.....	53
9.3.-Mantenimiento de la instalación.....	54
9.4.-Registro de mantenimiento.....	54
10.-Condiciones.....	55
10.1.-Condiciones generales.....	56
10.2.-Condiciones particulares.....	60

<b><u>Presupuesto</u></b>	<b>63</b>
---------------------------	-----------

<b><u>Planos</u></b>	<b>68</b>
----------------------	-----------



# **Memoria**

## **1 Introducción**

El objetivo de este Proyecto de Fin de Carrera es el de diseñar una tarjeta de control para un sistema de planchado industrial. Dentro de este proyecto encontraremos las características funcionales de este sistema de planchado, los circuitos que lo componen y los cálculos necesarios para el correcto funcionamiento del sistema.

Para la correcta realización de este proyecto se ha tenido en cuenta la normativa vigente en cuanto a recipientes a presión. En concreto, el **Real Decreto 560/2010**, que modifica y unifica todas las normativas anteriores en materia de recipientes a presión.

## **2 Listado de elementos del sistema**

### **2.1 Sistema de planchado**

#### **2.1.1 Plancha**

Utilizaremos una plancha tipo prensa, fabricada de acero inoxidable, y alimentada por una fuente de vapor, que se podrá activar mediante un pulsador.

Tendrá un elemento calefactor en contacto con el pie de la plancha que lo calentará hasta la temperatura deseada, siendo capaz de controlar la temperatura mediante un termostato

#### **2.1.2 Depósito de agua**



El deposito de agua deberá ser capaz de almacenar 100 litros de agua. Para asegurarnos de esto, utilizaremos un deposito con volumen aproximado de 120 litros. El agua entrara en el a través de una tubería procedente del equipo de ósmosis inversa, asegurándonos de que el agua que usaremos este libre de residuos. Contara con una electrovalvula que cortara la entrada de agua cuando el deposito este al maximo de capacidad. El deposito tendrá una salida de agua hacia la bomba, que la suministrara al calderín.

### **2.1.3 Calderín**

El calderín es el dispositivo en el cual el agua, procedente del deposito, sera calentada mediante una resistencia térmica colocada en el interior de este. En el interior del calderín tenemos un sensor de presión que nos

indicara la presión del vapor en el interior del calderín.

Cuando el vapor generado alcance la presión deseada, este sera enviado a la plancha y distribuido uniformemente por toda la superficie de esta.

## 2.1.4 Generación de vapor

La generación de vapor tendra lugar en el interior del calderín, mediante el calentamiento del agua en el interior de este a temperaturas superiores a 100° C, gracias a un elemento calefactor situado en el interior de este.

El agua utilizada para la generación de vapor procedera del deposito, por lo que el agua estara libre de residuos y no tendremos problemas con los residuos.

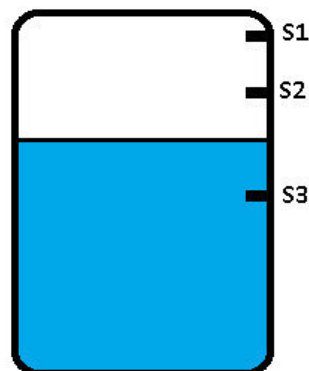
## 2.2 Sistema de control

### 2.2.1 Sensores

#### 2.2.1.1 Sensor de nivel

Debemos conocer en todo momento tanto el nivel de agua en el interior del deposito de agua, como el nivel de agua en el interior de la caldera.

Los sensores que utilizaremos seran sensores de presion **DMP 331**.



Colocaremos tres sensores, uno donde nunca llegue el agua, otro a

20cm de la base del deposito, marcando el nivel minimo de llenado del deposito, y otro a 50cm de la base del deposito, marcando el nivel maximo del deposito, 100 litros.

En el calderín tendremos 3 sensores, nivel critico, normal y otro fuera del agua. Si el agua en su interior no llega al nivel crítico, la resistencia encargada de calentar el agua estara apagada, y si el agua sobrepasara el nivel normal, la bomba se apagaria y dejaria de entrar agua al calderín.

### 2.2.1.2 Sensor de presión

El sensor elegido es el **sensor de presión DMP 331**, que se encargara de controlar la presión en el interior del calderín. Su rango de presión va de los 0 hasta los 40 bares, y su señal de salida es directamente proporcional a la presión medida.



Si la presión en el interior del calderín sobrepasara los 8 bares, automaticamente se activara una valvula de seguridad que liberara presión del interior de este.

### 2.2.1.3 Sensor de temperatura



Es el encargado de medir la temperatura en el elemento de planchado. El sensor que hemos elegido es el **LM35**. Este sensor dara una señal de salida directamente proporcional a la temperatura medida. Su objetivo es el de controlar que el elemento de planchado este siempre a la temperatura adecuada antes de mandar el vapor a el.

#### 2.2.1.4 Sensor de caudal

Este sensor se encontrara entre la bomba y el calderín, y sera el que nos permitira conocer si esta entrando agua al calderín o no. El sensor empleado es el **LG01**. Es de tipo interruptor, por lo que cuando el



flujo de agua a traves de el es superior a el limite preestablecido, obtendremos una señal de salida de 5 V, y si el flujo de agua es menor, la salida del sensor sera de 0 V.

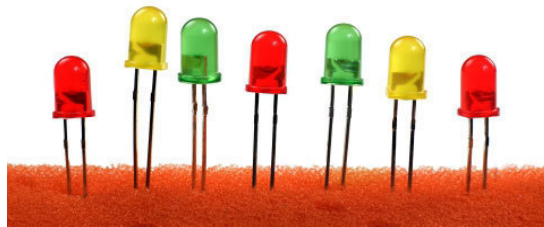
#### 2.2.1.5 Sensor de efecto Hall

Sera el encargado de detectar el paso de corriente a traves del elemento calefactor del calderín, informandonos de si el calderin esta evaporando agua o no.



## 2.2.2 Indicadores

### 2.2.2.1 Diodos LED



Los diodos LED seran los encargados de mostrarnos el funcionamiento del sistema de una forma rapida y sencilla.

Utilizaremos LED rojos y verdes para cada parte del circuito, el verde significara funcionamiento correcto y el rojo nos indicara que esa parte tiene algun problema de funcionamiento

### 2.2.2.2 Pantalla LCD



Utilizaremos una pantalla de cristal liquido LCD de 4x16, capaz de representar 4 líneas de 16 caracteres cada una, en la que podremos leer distintos mensajes del estado del sistema. Para el control de la pantalla utilizaremos el microcontrolador 16F877, y podremos controlar las distintas opciones que veamos por la pantalla mediante el uso de un teclado de membrana.

### 2.2.3 Actuadores

#### 2.2.3.1 Bomba de agua



Sera la encargada de impulsar el agua desde el deposito hasta el interior del calderín. Esta estara controlada por los sensores de nivel del calderín, activandose cuando el nivel del agua en el interior de este este por debajo del minimo preestablecido.

### 2.2.3.2 Electroválvula



Utilizaremos la electroválvula **SIRAI L172**. Se encontrara a la salida del calderín y a la entrada del deposito de agua. Será la encargada de controlar el flujo de vapor entre el calderín y la plancha, y de controlar la entrada de agua hacia el deposito.

### 2.2.3.3 Válvula de seguridad

---



Es la encargada de liberar vapor del interior del calderín si la presión en el interior de este aumentara demasiado. La valvula utilizada sera la **Caleffi 311450** Queremos una presión de planchado de 5 bares, y la presión en el interior del calderín es mayor que cuando llega a la plancha, por lo que dejaremos un margen antes de liberar presión. La válvula se abrirá si alcanzamos una presión de 6 bares en el interior del calderín.

### 2.2.3.4 Válvula antirretorno





Situada entre la bomba y el calderín, su función es la de evitar la inyección de agua desde el calderín hacia la bomba

## 2.2.4 Microcontrolador



Para el control de todo el sistema utilizaremos dos microcontroladores fabricados por Microchip, el **PIC16F84A**, que será el encargado de controlar los elementos del sistema, y el PIC16F877A, que se encargará de controlar la pantalla LCD

## 3 Funcionamiento general

El agua llegará al depósito después de pasar por un sistema de ósmosis inversa, eliminando cualquier residuo que pudiera contener el agua. El depósito se llenará de agua automáticamente mientras no esté lleno, gracias a los sensores de nivel en el interior de este.

A continuacion tenemos una bomba que sera la encargada de enviar el agua al interior del calderín, pasando esta por un sensor de caudal y una valvula antirretorno. Una vez el agua esta en el interior del calderín, el elemento calefactor en el interior de este evaporara el agua hasta que tengamos la presión necesaria para planchar. Si la presión aumentara demasiado, disponemos de una valvula de seguridad que expulsará vapor si sobrepasa los 5 bares de presión.

Una vez alcanzada la presión necesaria, y si la temperatura del pie de la plancha es suficiente, el vapor esta listo para ser suministrado a zona de planchado.

# **Pliego de condiciones**

## **1 Elemento de Planchado**

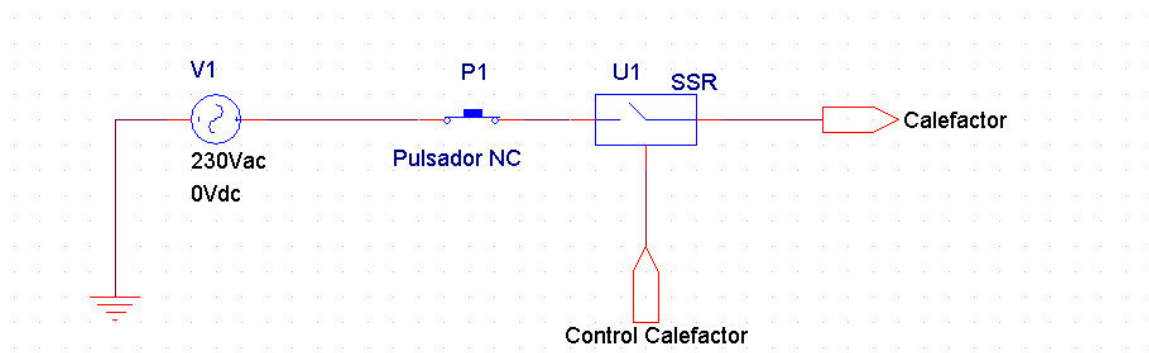
### **1.1 Base de la plancha**

Es el elemento de la plancha que entra en contacto con el tejido a planchar, y debiera tener unos orificios distribuidos uniformemente por los que circulara el vapor procedente de la caldera. Estara fabricado en acero inoxidable ya que tiene un buen deslizamiento, transmite bien la temperatura y es resistente a la corrosión.

Tanto el elemento calefactor como el sensor de temperatura estaran en contacto directo con la base de la plancha, facilitando la transmisión de temperatura a traves del elemento calefactor y la medición de esa temperatura gracias al sensor de temperatura.

### **1.2 Elemento calefactor**

Es el encargado de calentar el pie de la plancha hasta la temperatura deseada. Usaremos una placa de mica rectangular de 90x120mm que estara alimentada a 230V en corriente alterna. Debe estar en contacto directo con la base de la plancha, por lo que ira soldado a la placa de acero inoxidable para disminuir las perdidas de temperatura. En caso de emergencia podremos interrumpir la alimentacion del elemento calefactor mediante un pulsador.



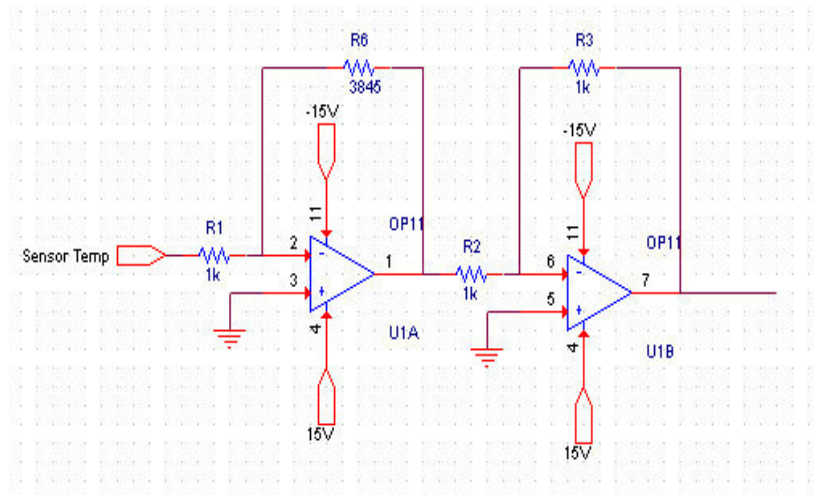
### 1.2.1 Medida de temperatura

El sensor LM35 será el encargado de medir la temperatura del elemento calefactor. Este sensor proporciona una salida de  $10\text{mV}/^{\circ}\text{C}$ , y como queremos que el elemento calefactor se encuentre entre  $100^{\circ}\text{C}$  y  $130^{\circ}\text{C}$  para evitar la condensación del vapor de agua procedente de la caldera, el rango de valores de tensión a la salida del sensor que nos indica que la temperatura es la adecuada varía entre  $1\text{V}$  y  $1.3\text{V}$ .

La salida del sensor la llevaremos hasta un amplificador operacional para obtener una salida entre  $0$  y  $5\text{V}$ . La ecuación de la tensión de salida de un amplificador operacional es la siguiente:

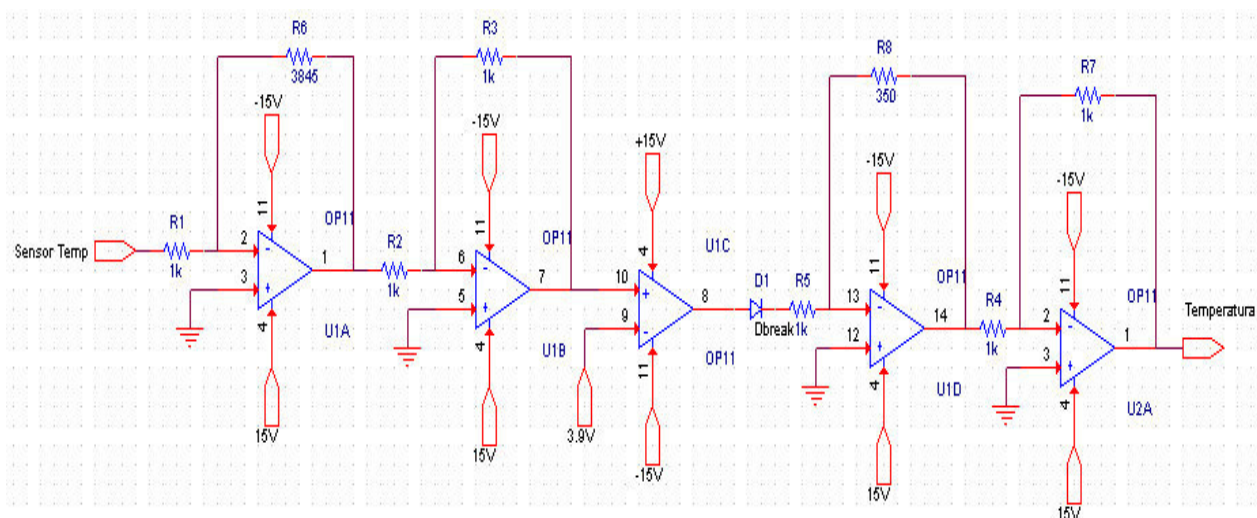
$$V_{\text{out}} = -(R_2/R_1) * V_{\text{in}}$$

Si fijamos  $R_1 = 1000\Omega$  tenemos que  $R_2 = 5 * 1000 / 1,3 = 3845\Omega$ . Como la salida del operacional es negativa, la llevamos a otro amplificador operacional de ganancia unitaria, obteniendo una salida de  $5\text{V}$  a  $130^{\circ}\text{C}$  y  $3,9\text{V}$  a  $100^{\circ}\text{C}$ .



Llevando la salida del amplificador operacional a un comparador con un diodo a la salida y utilizando una tensión de referencia de 3'9V, conseguimos 15V cuando la temperatura es superior a 100°C y 0V cuando es menor.

Esta salida la debemos adaptar para llevarla hasta el PIC16F877, por lo que utilizaremos dos amplificadores operacionales como hemos hecho antes para obtener unos valores de 0V y 5V. Si fijamos  $R_1=1000\Omega$  tenemos que  $R_2=5*1000/14,3=350\Omega$ . El segundo amplificador tendrá ganancia unitaria. El circuito quedaría de la siguiente forma:



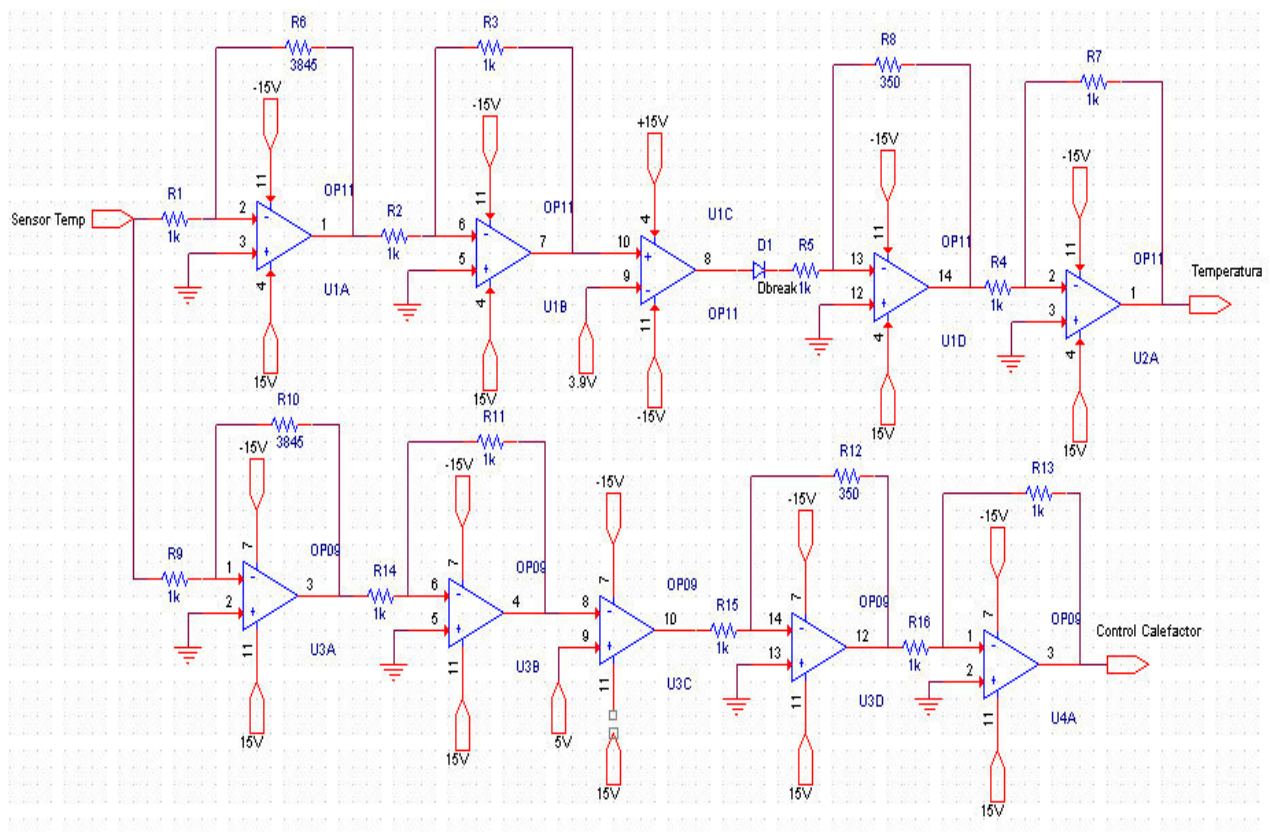
### 1.2.2 Termostato

El termostato sera el encargado de activar o desactivar el elemento calefactor por medio de la señal **Control Calefactor**. Para ello establecemos en 130°C la temperatura maxima.

A esa temperatura, el sensor de temperatura nos da una tension de 1,3V. Llevaremos esta señal a un amplificador operacional como hicimos anteriormente para adaptarla antes de enviarla al Relé encargado de activar o desactivar el elemento calefactor. Si elegimos  $R_1=1000\Omega$ , nos queda que  $R_2=3845\Omega$  para obtener a la salida del operacional una tension de -5V cuando tengamos 130°C en el elemento calefactor. Mediante un amplificador con ganancia unitaria conseguimos que esa tension pase a ser positiva, es decir, 5V, para 130°C.

Esta salida la llevaremos a la patilla negativa de un comparador, con 5V en la patilla positiva y un diodo a la salida. Esto hara que el comparador nos de 15V para temperaturas menores a 130°C y 0V para temperaturas superiores.

Al igual que antes, debemos adaptar esta señal ya que el relé se activa a una tensión de 5V, por lo que volvemos a utilizar dos amplificadores operacionales, uno con ganancia unitaria para cambiarle el signo a la señal. El valor de  $R_2$ , si fijamos  $R_1=1000\Omega$ , vendra dado por la siguiente ecuación:  $R_2=5*1000/14,3= 350\Omega$ . De esta forma conseguiremos tener 5V a la salida cuando la temperatura sea menor de 130°C y 0V cuando sea mayor. El circuito completo del termostato y la medida de temperatura sera el siguiente:



## 2 Depósito

### 2.1 Dimensiones

El deposito de agua deberá ser capaz de almacenar 100 litros. Para asegurarnos, el volumen del deposito será aproximadamente de unos 120 litros. Estará fabricado en acero inoxidable, debido a su alta resistencia a la corrosión. El deposito que utilizaremos sera cilíndrico, por lo que las dimensiones las calcularemos mediante la siguiente formula:

$$V = \pi r^2 h$$

Elegiremos una altura de 60cm y un radio de 25cm, lo que nos da un volumen de:  $V = 118L$

### 2.2 Aislamiento térmico

Para evitar las perdidas de calor a través de las paredes del deposito de agua y evitar que las zonas accesibles a los operarios alcancen temperaturas

excesivas, el deposito debe contar con un adecuado aislamiento térmico.

La parte exterior del deposito estará pintada con una capa de pintura antioxidante y otra capa de pintura antitérmica. Además, estará recubierto por una capa de lana de roca con malla metálica de acero galvanizado por su cara exterior. En concreto, utilizaremos la manta **SPINTEX 322-G** de la marca ISOVER.

## 2.3 Control de nivel

El control del nivel del deposito lo llevaremos a cabo mediante los sensores de presión **DMP331**. Este sensor tiene un rango de medición entre 0 y 40 bares, y un rango de salida entre 0 y 10 V. Su salida es directamente proporcional a la presión medida.

Comparando las señales de los sensores podremos saber si el agua ha llegado al nivel mínimo aceptable para comenzar el proceso de planchado o si se ha alcanzado el nivel máximo del deposito.

### 2.3.1 Sensor de presión en aire

Este sensor estará situado en la parte superior del deposito, donde nunca sea alcanzado por el agua. Este sensor de presión estará alimentado con 12 Voltios. La presión máxima en el deposito es de 5 bares, para esta presión obtendríamos una tensión a la salida de 1,25V aproximadamente, ya que la salida de este sensor es lineal. Esta salida la llevaremos a un amplificador operacional para trabajar con mayor comodidad.

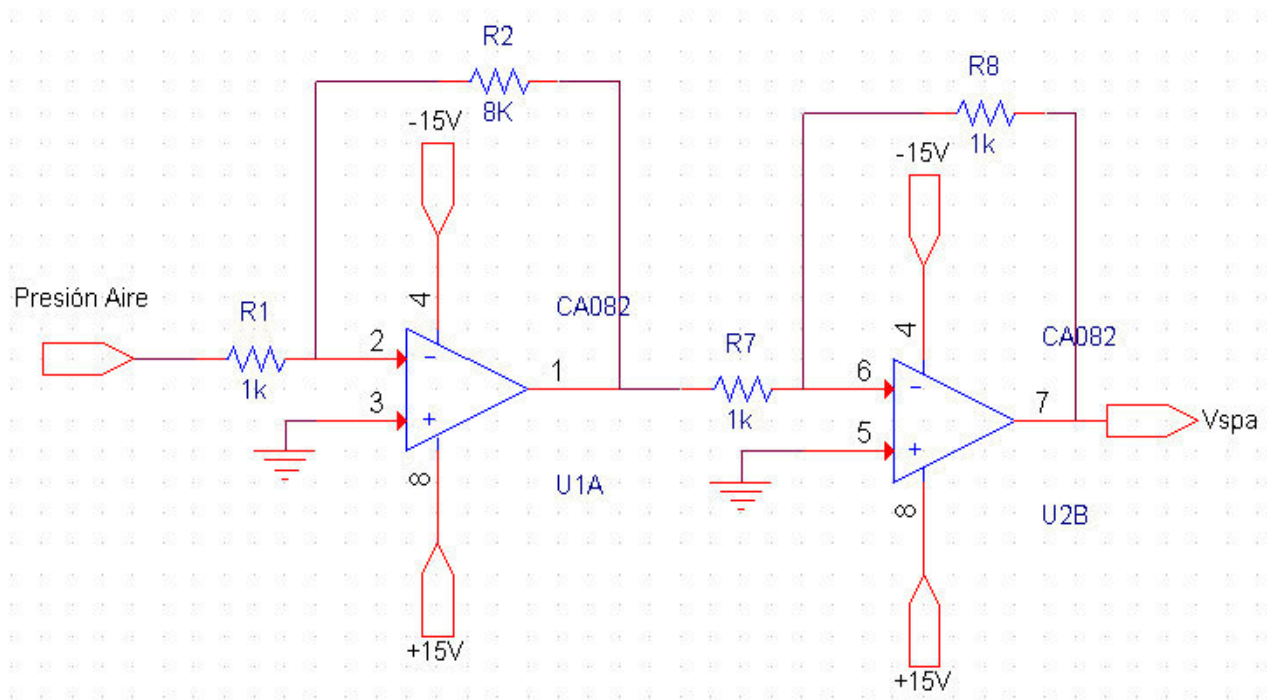
$$V_{spa} = -(R_2/R_1) \cdot V_{sensor}$$

Donde  $V_{sensor}$  es la salida del sensor de presión en aire. Para trabajar



con mas comodidad, haremos que la salida del operacional nos de 10V para una presión de 5 bares. Colocaremos otro operacional con ganancia unitaria para dejar la señal con valor positivo. Suponiendo  $R_1=1000\ \Omega$ ,  $R_2$  valdrá:

$$R_2 = 10 \cdot 1000 / 1,25 = 8000\ \Omega$$



### 2.3.2 Sensores de presión en agua

Tendremos dos sensores de presión que podrán ser alcanzados por el agua. Los sensores utilizados serán los mismos que para el sensor de presión en aire, el sensor DMP 331. El primero, situado a 20cm de la base del depósito, nos indicará que hay un nivel de agua aceptable para comenzar el proceso de planchado, ya que a una altura de 20cm el depósito contará con aproximadamente unos 40 litros de agua.

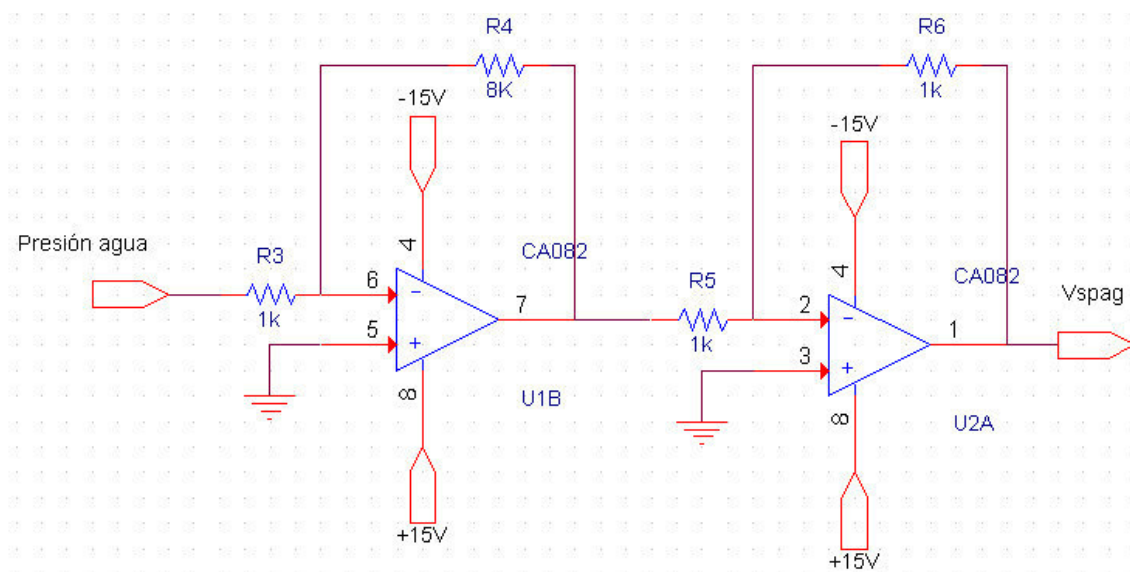
El segundo sensor estará situado a 50cm de la base del depósito, y nos indicará que el depósito cuenta con aproximadamente 100 litros y

que se encuentra al máximo de su capacidad, por lo que la electroválvula que permite la entrada de agua al depósito se cerrará.

Al igual que con el sensor de presión en aire, llevaremos la salida del sensor a un amplificador operacional para trabajar más cómodamente con la señal. La presión de referencia para todos los sensores será de 5 bares, y la salida del sensor valdrá aproximadamente 1,25V. Para obtener una salida del operacional de 10V, y si fijamos  $R_1=1000\Omega$ ,  $R_2$  valdrá:

$$R_2 = 10 \cdot 1000 / 1,25 = 8000 \Omega$$

El circuito de adaptación de la señal será el mismo para los dos sensores de presión en agua, con otro operacional con ganancia unitaria para dejar los valores de tensión positivos:



### 2.3.3 Comparación entre señales

En este apartado compararemos las señales de los distintos sensores de presión para conseguir que el sistema reaccione de la forma deseada. La densidad del agua es  $1 \times 10^3 \rho$  (Kg/m<sup>3</sup>) mientras que la del aire es  $1.29 \rho$  (Kg/m<sup>3</sup>). Debido a esto, la presión captada en el interior del agua del

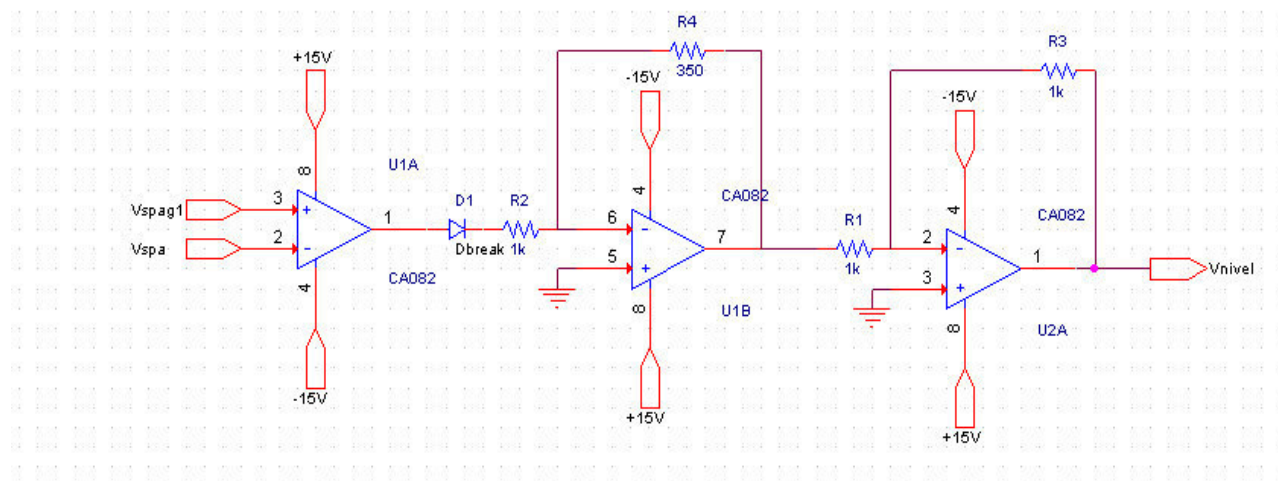
depósito deberá ser siempre mayor a la presión captada fuera de él.

Llamaremos  $V_{spag_1}$  a la salida del sensor de presión situado a 20cm de la base, y  $V_{spag_2}$  a la salida del sensor de presión situado en el limite de llenado del deposito.

Si llevamos la señal  $V_{spag_1}$  a la patilla positiva de un comparador y  $V_{spa}$  a la patilla negativa del mismo, tendremos a la salida de este 15V cuando  $V_{spag_1}$  sea mayor que  $V_{spa}$ , 0V cuando las señales sean iguales y -15V cuando  $V_{spa}$  sea mayor que  $V_{spag_1}$ .

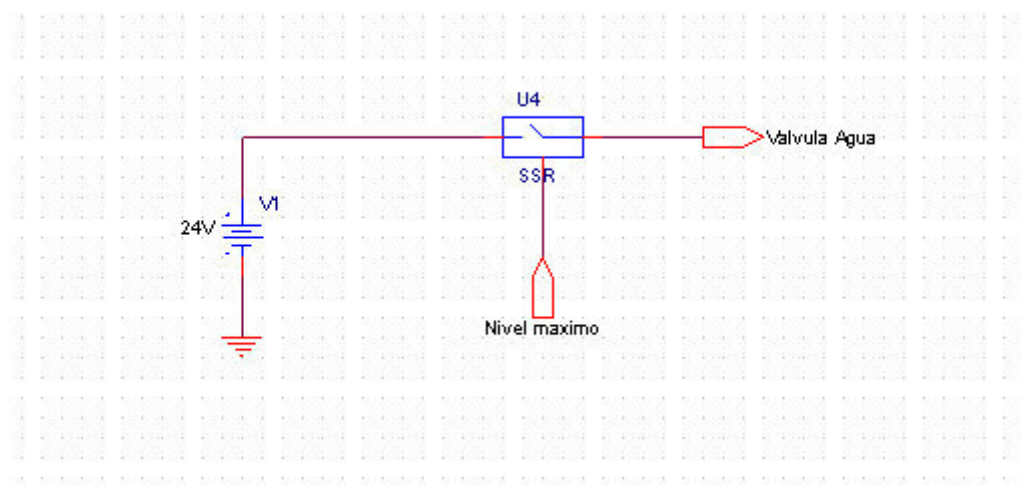
La salida del comparador la llevaremos a un amplificador operacional para obtener a la salida las dos posibles tensiones que deseamos ( 5V y 0V). Colocando un diodo a la salida del comparador conseguimos que la salida de este sea +15V o 0V. Sabiendo que la ecuación de la tensión de salida de un amplificador operacional es  $V_{out} = -(R_2/R_1) * V_{in}$  y si fijamos el valor de  $R_1 = 1000\Omega$  ,  $R_2 = 5 * 1000 / 14,3 = 350\Omega$

La salida de este operacional la llevaremos a otro con ganancia unitaria para que la salida sea positiva. De esta forma conseguiremos tener 5V a la salida cuando el nivel de agua este por encima del mínimo aceptable para comenzar el proceso de planchado y 0V cuando este por debajo. El circuito de adaptación de la señal se muestra a continuación:

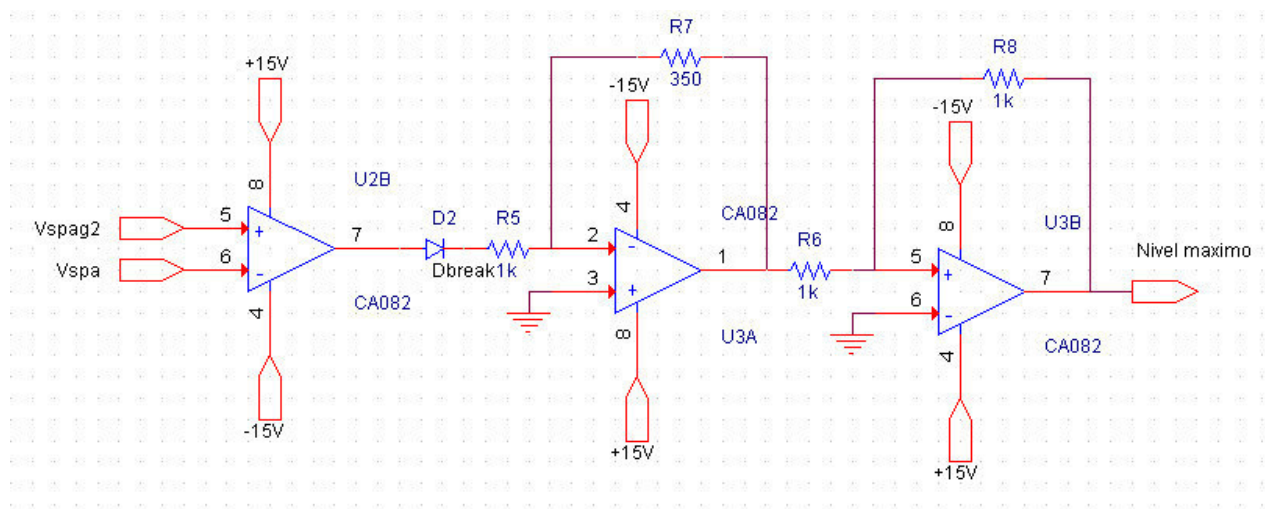


Por otra parte, Si llevamos la señal  $V_{spag_2}$  a la patilla positiva de un comparador y  $V_{spa}$  a la patilla negativa del mismo, tendremos a la salida de este 15V cuando  $V_{spag_2}$  sea mayor que  $V_{spa}$ , 0V cuando las señales sean iguales y -15V cuando  $V_{spa}$  sea mayor que  $V_{spag_1}$ . Colocando un diodo a la salida del comparador conseguimos tener 14,3V cuando la tension sea mayor en  $V_{spag_2}$  y 0 cuando sea menor o igual que  $V_{spa}$ .

Este circuito sera el encargado de cerrar la electrovalvula encargada de bloquear la entrada de agua al deposito cuando este se encuentre lleno. El circuito de control de la electroválvula es el siguiente:



Como el relé se alimenta a 5V, debemos llevar la salida del comparador a un amplificador operacional para obtener ese valor de salida. Los valores de las resistencias son los mismos que los calculados para el circuito de nivel mínimo ya que necesitamos los mismos valores de salida. El circuito es el siguiente:



De esta forma conseguimos tener 5V cuando el nivel de agua esté al máximo y 0 cuando no lo esté. De esta forma, cuando el sensor detecta el nivel máximo de agua, activa el relé encargado de alimentar la electroválvula que esta colocada a la entrada del deposito, que al ser normalmente abierta, se cerrara mientras el relé siga alimentado a 5V.

### 3 Tuberías

Las tuberías para servicios a presión se diseñan para resistir presiones hidrostáticas internas específicas, llamada presión nominal (PN), que indica la máxima presión de trabajo a la cual la línea o sistema completo puede ser sometida en operación continua a una determinada temperatura.

De acuerdo a la normativa ISO, la designación del material se relaciona con el

nivel de Resistencia Mínima Requerida, MRS (Minimum Required Strength) que se debe considerar en el diseño de tuberías para la conducción de agua a 20°C, por un tiempo de servicio de al menos 50 años.

### 3.1 Tuberías del deposito al calderín

Para este proyecto, las tuberías que comunicarán el depósito de agua con el calderín serán de polietileno (HDPE), el tipo PE 100. Las principales características de este material son las siguientes:

- Livianas.
- Flexibilidad y resistencia.
- Resistencia química.
- Resistencia a la radiación.
- Baja presión.
- Resistencia a la abrasión.

Las tuberías de polietileno pueden soportar líquidos y gases a baja temperatura. Un punto importante que hay tener especialmente en cuenta a la hora de seleccionar las tuberías es su espesor, recogido en la norma DIN 8062, y calculada con la ecuación:

$$e = (Pd \cdot D) / (2\sigma_{adm} + Pd)$$

$e$  = espesor de la tubería       $D$  = diámetro interior     $Pd$  = Presión de diseño  
 $\sigma_{adm}$  = Tensión admisible del material. Generalmente 1/3 de la tensión de rotura.

Según el Apartado 5 del Artículo 15 de la I.T.C. MIE-AP1 del Reglamento de Aparatos a Presión, sabemos que la bomba, situada en la línea de alimentación de agua, deberá ser capaz de introducir el caudal de agua a una presión superior a un 3% como mínimo de la presión de tarado más elevada

de la válvula de seguridad, incrementada en la pérdida de carga de la tubería de alimentación y en la altura geométrica relativa. Como la presión de tarado de la válvula es de 5 bares, supondremos que la presión de diseño (presión nominal (PN)) es igual a 5.2 bares aproximadamente.

Aplicando la fórmula anterior, obtenemos un espesor mínimo necesario de 2.3 mm. Entre los diversos modelos que ofrece el fabricante, se ha elegido una tubería de 50 mm de diámetro y un espesor de 3.0 mm para garantizar una mayor seguridad.

### **3.2 Tuberías del calderín a la plancha**

Las tuberías de polietileno no son adecuadas para suministrar el vapor desde el calderín hasta la plancha ya que no soportan altas temperaturas. Para cumplir esta función utilizaremos tuberías de polipropileno, las principales características de este material son:

- Alta resistencia a las temperaturas extremas y al impacto, lo que le otorga la ventaja de ser un material con una larga vida útil.
- Las tuberías fabricadas de este material son inalterables ante la corrosión y los productos químicos.
- Buen aislante del calor.
- Fácil instalación.
- Flexibles.
- La soldadura en este tipo de tuberías se produce por medio de fusión, lo cual hace que la tubería sea de una única pieza sin necesidad de juntas.

En este caso, para un espesor superior a los 2.3 mm, el fabricante dispone

de una tubería de 32 mm de diámetro y 2.9 mm, como indica la normativa UNE 53.380.

## **4 Tratamiento del agua**

El tratamiento del agua de una caldera de vapor es fundamental para asegurar una larga vida útil libre de problemas operacionales, reparaciones de importancia y accidentes.

El objetivo principal del tratamiento de agua es asegurar la calidad del agua de alimentación y del agua contenida en la caldera, evitando problemas de corrosión e incrustaciones.

Para poder asegurar la calidad del agua de alimentación y agua de la caldera, debemos cumplir con los requerimientos de las normas, que definen los límites recomendados para los parámetros involucrados en el tratamiento del agua.

### **4.1 Parámetros del tratamiento del agua**

Los principales parámetros involucrados en el tratamiento del agua de una caldera, son los siguientes:

-pH: El pH representa las características ácidas o alcalinas del agua, por lo que su control es esencial para prevenir problemas de corrosión (bajo pH) y depósitos (alto pH).

-Dureza: La dureza del agua cuantifica principalmente la cantidad de



iones de calcio y magnesio presentes en el agua, los que favorecen la formación de depósitos e incrustaciones difíciles de remover sobre las superficies de transferencia de calor de una caldera.

-Oxígeno: El oxígeno presente en el agua favorece la corrosión de los componentes metálicos de una caldera. La presión y temperatura aumentan la velocidad con que se produce la corrosión.

-Hierro y cobre. El hierro y el cobre forman depósitos que deterioran la transferencia de calor. Se pueden utilizar filtros para remover estas sustancias.

-Dióxido de carbono. El dióxido de carbono, al igual que el oxígeno, favorece la corrosión. Este tipo de corrosión se manifiesta en forma de ranuras y no de tubérculos como los resultantes de la corrosión por oxígeno. La corrosión en las líneas de retorno de condensado generalmente es causada por el dióxido de carbono. El  $\text{CO}_2$  se disuelve en agua (condensado), produciendo ácido carbónico. La corrosión causada por el ácido carbónico ocurrirá bajo el nivel del agua y puede ser identificada por las ranuras o canales que se forman en el metal.

-Aceite. El aceite favorece la formación de espuma y como consecuencia el arrastre al vapor.

## **4.2 Problemas asociados a la utilización de agua en calderas**

Los principales problemas derivados de la utilización de agua en calderas son producidos por la corrosión y la incrustación. A continuación, los describimos brevemente:

#### **-Corrosión:**

Las principales fuentes de corrosión en las calderas son la corrosión por oxígeno y la corrosión cáustica.

La corrosión por oxígeno consiste en la reacción del oxígeno disuelto en el agua con los componentes metálicos de la caldera, provocando su conversión en óxidos insolubles. La prevención de la corrosión por oxígeno se consigue mediante una adecuada desgasificación del agua de alimentación y asegurándonos de que el agua que entra en la caldera tiene un exceso de secuestradores de oxígeno.

La corrosión cáustica se produce por una alta concentración de sales alcalinas, como la sosa cáustica, en las zonas de mayor carga térmica de la caldera. Este tipo de corrosión puede ser prevenida manteniendo la alcalinidad, OH libre y pH del agua de la caldera dentro de los límites recomendados.

#### **-Incrustaciones:**

Las incrustaciones en calderas aparecen debido a las sales presentes en el agua utilizada para generar vapor. Estas incrustaciones poseen una conductividad térmica muy baja y se suelen formar en los puntos de mayor transferencia de temperatura. Las incrustaciones suelen estar formadas por depósitos de carbonatos y silicatos de calcio y magnesio. El mejor método de prevención contra las incrustaciones es el tratamiento del agua antes de que llegue a la caldera para que esta tenga una menor dureza.

## **4.3 Equipos de tratamiento del agua**

### **4.3.1 Ablandador**

La función de los ablandadores es eliminar los iones de Ca y Mg, que conforman la dureza del agua y favorecen la formación de incrustaciones en una caldera. El principio de funcionamiento de estos equipos se llama intercambio iónico, que consiste en la sustitución de estos iones por sodio.

El agua se hace circular por un depósito con zeolita, un compuesto químico compuesto por sales de sodio, donde los iones de calcio o magnesio del agua son reemplazados por iones de sodio, que no se adhieren a las paredes de las tuberías o de la caldera.

### **4.3.2 Desgasificador**

La función de un desgasificador es la de eliminar el oxígeno y dióxido de carbono disueltos en el agua de alimentación de las calderas para prevenir problemas de corrosión.

El principio de funcionamiento de los desgasificadores se basa en el hecho de que la solubilidad de los gases disueltos en el agua ( $O_2$  y  $CO_2$ ) disminuye cuando el agua está en el punto de ebullición.

## **5 Calderín**

### **5.1 Dimensiones**

El calderín deberá tener una capacidad de 10 litros. Por seguridad, elegiremos uno con un volumen un poco mayor. Al igual que el depósito de

agua, el calderín sera cilíndrico, por lo que la formula que utilizaremos para calcular sus dimensiones será la misma:

$$V=\pi r^2h$$

De esta forma, eligiendo un radio de 10 cm y una altura de 40cm, tendremos un calderín con un volumen de 12,5 litros.

## 5.2 Aislamiento térmico

Deberemos realizar un estudio de nuestro sistema para determinar el espesor del aislante que utilizaremos en nuestro calderín, ya que la primera pulgada puede llegar a reducir hasta el 85% de las perdidas de calor, mientras que con pulgadas adicionales encarecerá el coste total de nuestro proyecto pero solamente podremos conseguir una reducción de las perdidas de calor de un 95%.

Debido a que operan a temperaturas muy altas, el propósito principal del sistema de aislamiento es proteger al personal de quemaduras en la piel, que puede ocurrir a temperaturas superiores a 60 ° C. Un sistema de aislamiento bien diseñado reduce considerablemente el consumo de energía, actúa de material de sellado en caso de pérdidas de presión, y hacer soportable y segura para los trabajadores la zona de trabajo cerca del calderín.

El aislamiento que utilizaremos en este proyecto sera el siguiente:

- El calderín se pintará exteriormente con una capa de pintura antioxidante y una capa de pintura antitérmica.
- A su vez estará recubierto por una capa de lana de roca con malla metálica de acero galvanizado por su cara exterior. En concreto, utilizaremos la manta **SPINTEX 322-G** de la marca ISOVER.

Para calcular el espesor recomendable de aislante en cada instalación, los fabricantes utilizan un software específico para conocer el espesor óptimo. En este proyecto, al no poder utilizar dicho programa, supondremos un espesor de 40mm de material aislante.

Las características principales del aislante elegido son las siguientes:

- Reacción al fuego A1, incombustible según Euroclases ( EN 13501-1).
- Densidad aproximada de 70kg/m<sup>3</sup>
- No corrosivo según ASTM C-795 y C-871.
- La ausencia de aglomerantes evita la aparición de olores en la primera puesta en marcha de los equipos.

## **5.3 Presión en el interior del calderín**

### **5.3.1 Presostato**

El presostato es un dispositivo cuya función es la de cerrar o abrir un circuito eléctrico dependiendo de la lectura de presión de un fluido.

Para nuestro proyecto, crearemos un presostato mediante un sensor de presión y varios amplificadores operacionales. El sensor de presión que vamos a utilizar será el sensor de presión DMP 331.

Este sensor tiene un rango de medición entre 0 y 40 bares, y un rango de salida entre 0 y 10 V. Su salida es directamente proporcional a la presión medida. por lo tanto para 5 bares de presión obtendremos 1.25 V aproximadamente.

### **5.3.2 Válvula de seguridad**

Para nuestro circuito hemos elegido la válvula de seguridad **Caleffi**

**311450** , que se abra liberando vapor cuando la presión en el interior del calderín sobrepase los 5 bares.

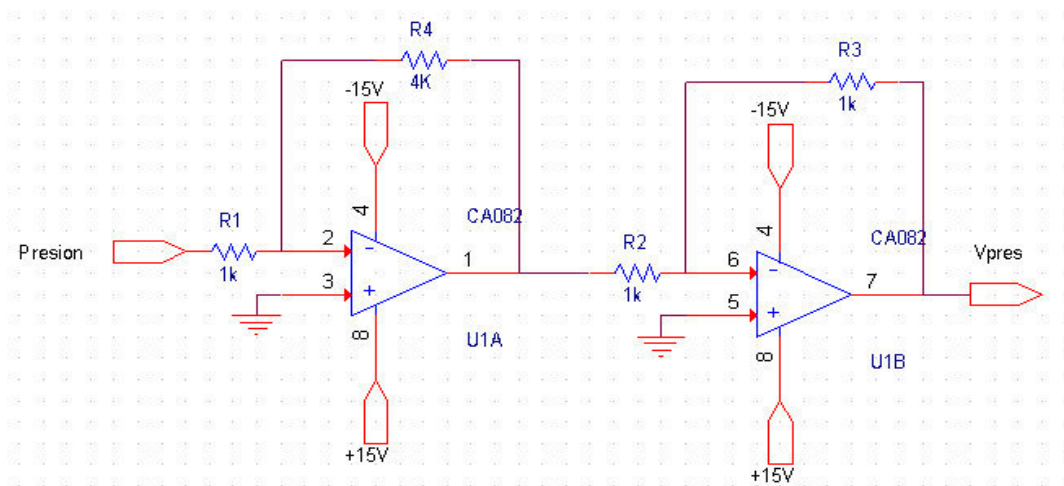
### 5.3.3 Funcionamiento del circuito

El sensor de presión, alimentado a 12V, produce una tensión de salida directamente proporcional a la presión medida. A 5 bares de presión nos proporcionara una salida de 1.25V aproximadamente.

La salida del sensor la enviaremos a dos amplificadores operacionales para obtener 5V cuando el sensor mida 5 bares de presión. Uno de los amplificadores tendra ganancia unitaria y su funcion sera cambiar de signo la tensión de entrada. Para calcular las resistencias del otro amplificador, utilizaremos la siguiente formula:

$$V_{out} = -(R_2/R_1) * V_{in}$$

Si fijamos el valor de  $R_1 = 1000\Omega$ ,  $R_2 = 5 * 1000 / 1,25 = 4000\Omega$ . El circuito es el siguiente:

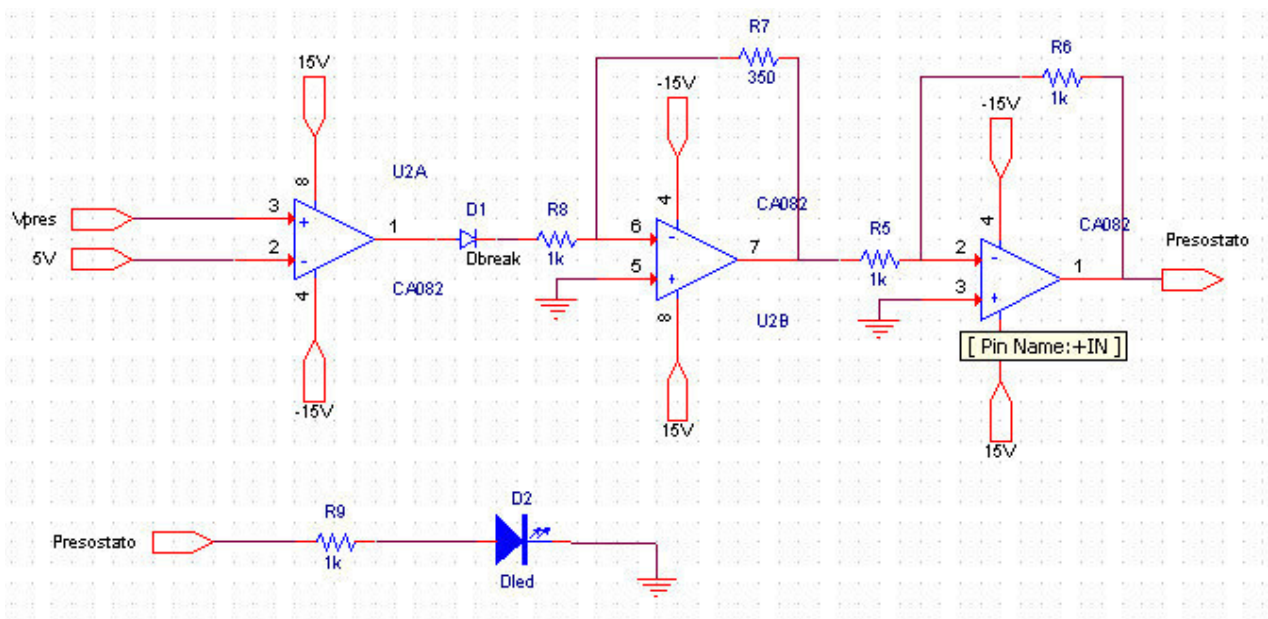


La salida de este circuito la llevaremos a la patilla positiva de un comparador, mientras que en la negativa tendremos una tensión constante de 5V. De esta forma, el comparador nos dará una salida de 15V cuando el sensor detecte una presión superior a 5 bares, 0V cuando detecte 5 bares y -15V para presiones inferiores. Nos interesa tener dos

valores a la salida, cuando la presión sea superior a 5 bares y cuando sea menor o igual. Para ello, colocamos un diodo a la salida del comparador, obteniendo 14,3V para presiones superiores a 5 bares y 0 para 5 bares de presión o menos. Esta salida a su vez la haremos pasar por dos amplificadores operacionales para obtener una salida de 0V para presiones iguales o menores que 5 bares, y 5V para presiones superiores a 5 bares. Como siempre, uno de los operacionales tendrá ganancia unitaria y su función solo será cambiar el signo de la tensión de salida. El valor de las resistencias del otro operacional lo calculamos igual que siempre:

$$R_2 = 5 \cdot 1000 / 14,3 = 350\Omega$$

El circuito es el siguiente:



Colocamos un led para indicar visualmente cuando la presión en el calderín es superior a 5 bares.

La salida del circuito, llamada “Presostato”, indicará si la presión en el calderín es la adecuada o se ha activado la válvula de seguridad, por lo que la llevaremos al PIC 16F877. A su vez, será la encargada de

alimentar tanto la válvula de seguridad como el led cuando la presión supere los 5 bares.

## 5.4 Control del elemento calefactor

El elemento calefactor será el encargado de producir el vapor mediante el calentamiento de agua en el interior del calderín. Usaremos una placa de mica rectangular de 120x60mm que estara alimentada a 230V en corriente alterna.

### 5.4.1 Sensor de temperatura

El sensor encargado de medir la temperatura del elemento calefactor sera el sensor de temperatura LM35. Este sensor nos da una tensión de salida directamente proporcional a la temperatura medida, por lo que a 100°C el sensor nos dará una tensión de 1V. Esta tensión la llevaremos a un amplificador operacional para trabajar con mas comodidad. Como queremos que el operacional nos de 5V cuando el sensor mida 100°C, y fijando  $R_1 = 1000\Omega$ , tenemos que el valor de  $R_2$  que debemos usar para obtener la salida deseada es:

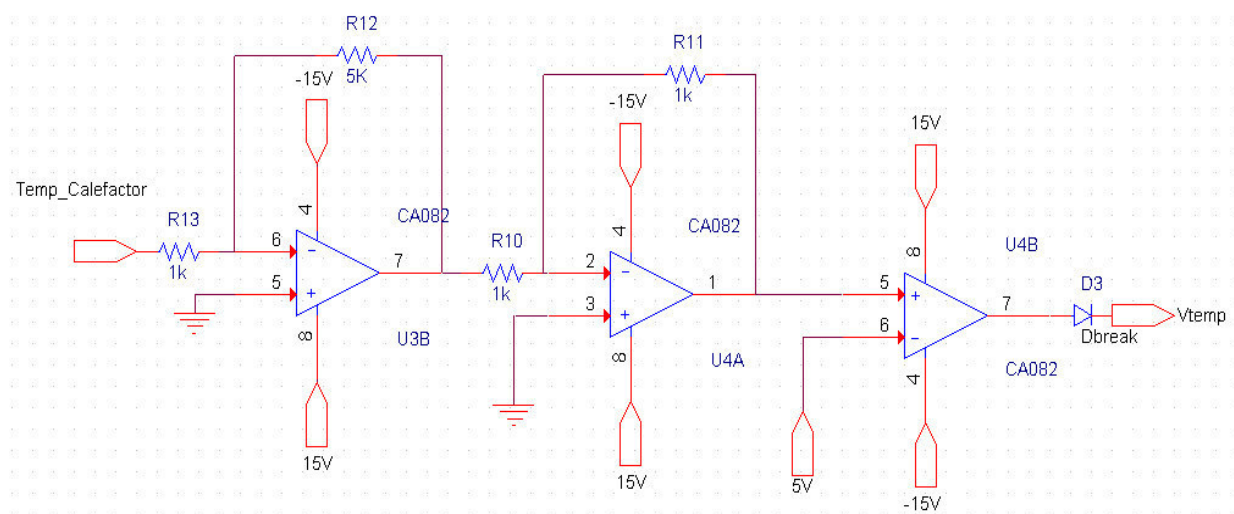
$$R_2 = 5 * 1000 / 1 = 5000\Omega$$

La salida de este amplificador operacional la llevaremos a otro amplificador con ganancia unitaria para que la tensión tenga signo positivo.

Luego colocaremos un comparador con la tensión adaptada del sensor de temperatura en la patilla positiva, y 5V en la negativa. De esta forma, a la salida del comparador tendremos 15V cuando la temperatura del elemento calefactor sea mayor de 100°C, 0V cuando sea 100°C y -15V cuando sea menor. Colocando un diodo a la salida conseguimos tener



14,3V para temperaturas superiores a 100°C y 0V para temperaturas de 100°C o menores.

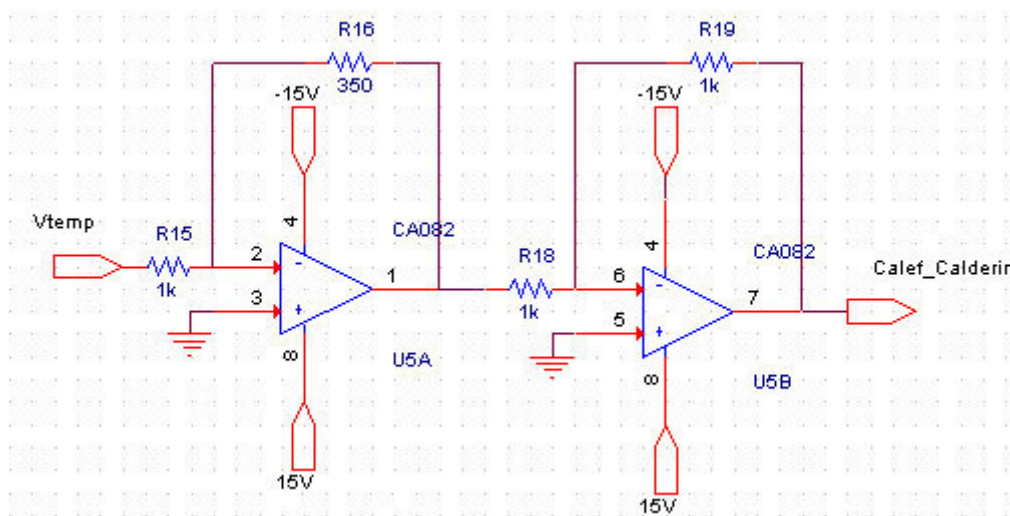


Queremos obtener 5V cuando tengamos una temperatura superior a 100°C, ya que sera una de las entradas del PIC16F877, por lo que la salida de este circuito la enviaremos a dos amplificadores operacionales como ya hemos hecho anteriormente.

Fijaremos  $R_1 = 1000\Omega$ , por lo que  $R_2$  valdra:

$$R_2 = 5 \cdot 1000 / 14,3 = 350\Omega$$

De esta forma tenemos 5V para temperaturas superiores a 100°C y 0V para 100°C o menos. El circuito de adaptación de la señal es el siguiente:



### 5.4.2 Termostato

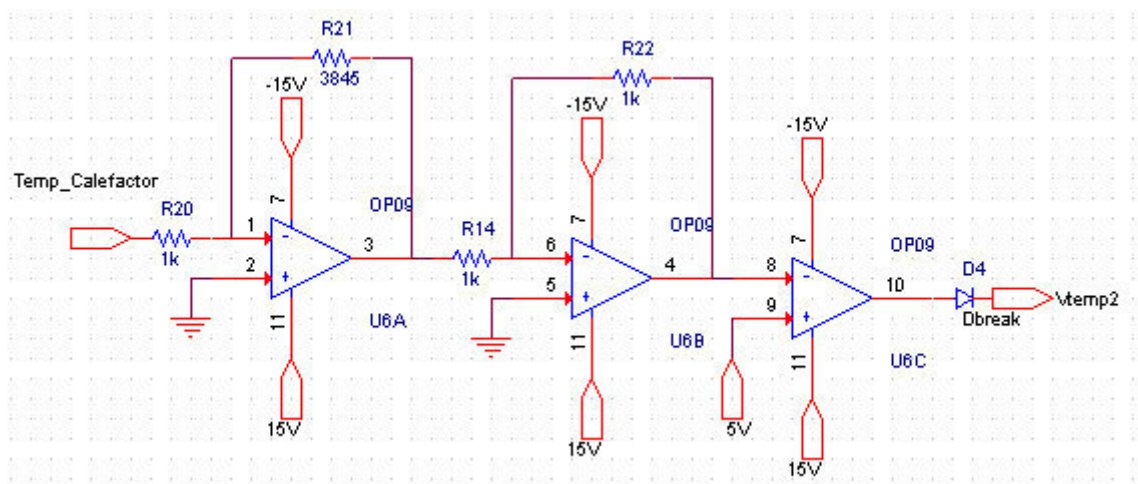
El termostato sera el encargado de activar o desactivar el elemento calefactor por medio de la señal **Control Calefactor2**. Para ello establecemos en 130°C la temperatura máxima.

Queremos que elemento calefactor alcance su temperatura máxima a los 130°C y se desconecte. Según la hoja de características este sensor proporcionará una tensión de 1.3V a una temperatura de 130°C.

Añadiremos un par de amplificadores operacionales para adaptar esta señal y poder trabajar mas comodamente con ella. Queremos 5V para una temperatura de 130°C, por lo que, como ya hemos hecho anteriormente, fijando el valor de  $R_1=1000\Omega$ , tenemos que :

$$R_2=5*1000/1,3=3845\Omega$$

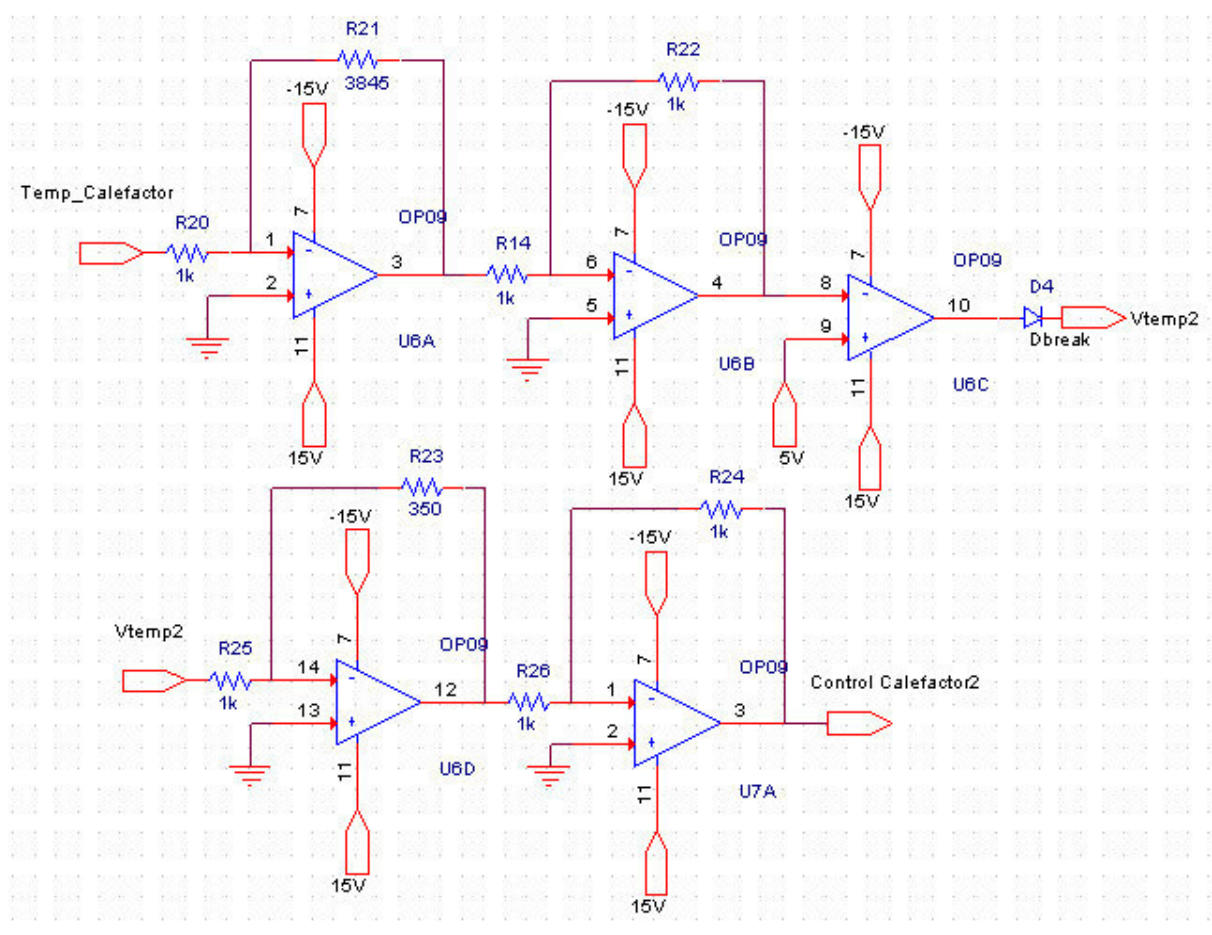
El segundo amplificador operacional tendrá ganancia unitaria. La salida de los operacionales la llevaremos a la patilla negativa de un comparador, y usaremos una tensión de 5V como tensión de referencia en la patilla positiva. Colocando un diodo a la salida, conseguimos obtener 15V para temperaturas inferiores a 130°C y 0V para 130°C o temperaturas superiores. El circuito quedara de la siguiente forma:



A continuación debemos adaptar la salida, ya que esta señal sera la encargada de abrir y cerrar el relé que cerrara el circuito de alimentación del elemento calefactor, y el relé tiene una tensión de activación de 5V. Por esto, utilizaremos dos amplificadores operacionales para obtener 5V para temperaturas menores de 130°C y 0V para una temperatura igual o superior a 130°C. Fijando el valor de  $R_1=1000\Omega$ , tenemos que :

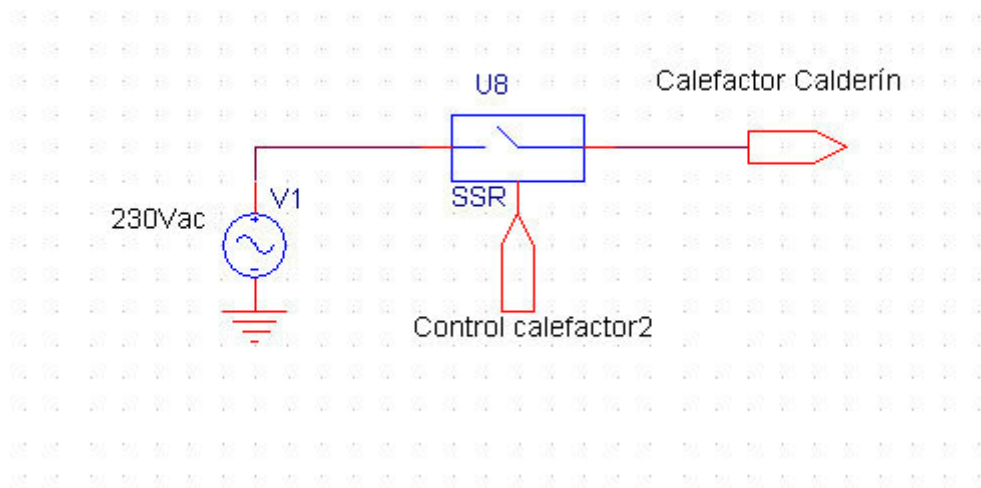
$$R_2=5*1000/14,3=350\Omega$$

De esta forma, el circuito completo del termostato es el siguiente:



### 5.4.3 Circuito de alimentación

La resistencia calefactora estará alimentada con una tensión alterna de 230 V. Para controlar el elemento calefactor se utilizará un relé solido. Según su hoja de características la tensión de activación de este relé solido es de 5 V.



## 6 Bomba

La bomba es el elemento que se encarga de transportar el agua desde el depósito hasta el calderín. El encargado de poner en funcionamiento la bomba es el detector de nivel que tenemos en el calderín. Este sensor pondrá en marcha o detendrá la bomba mediante el control de un relé solido normalmente abierto. La bomba elegida para este proyecto suministrará al calderín un caudal aproximado de 6 l/min. La tensión de alimentación es de 12V en continua.

Esta bomba deberá ser capaz de introducir el caudal de agua a una presión superior a un 3% como mínimo a la presión de tarado más elevada de la válvula de seguridad, incrementada en la pérdida de carga de la tubería de alimentación y en la altura geométrica relativa. Todo ello de acuerdo con el Apartado 5 del Artículo 15 de la I.T.C. MIE-AP1 del Reglamento de Aparatos a Presión.

## 6.1 Control de nivel en el calderín

El control del nivel del calderín lo llevaremos a cabo mediante los sensores de presión **DMP331**. Este sensor tiene un rango de medición entre 0 y 40 bares, y un rango de salida entre 0 y 10 V. Su salida es directamente proporcional a la presión medida.

Comparando las señales de los sensores podremos saber si el agua ha llegado al nivel mínimo aceptable para comenzar el proceso de planchado o si se ha alcanzado el nivel máximo del depósito.

Para la medición del nivel de agua en el calderín utilizaremos 2 sensores, situando uno en la parte inferior del calderín a 70 mm de la base (sensor SBC) y el otro sensor en la parte superior del calderín en una ubicación donde no se encuentre en contacto con el agua (sensor SAC).

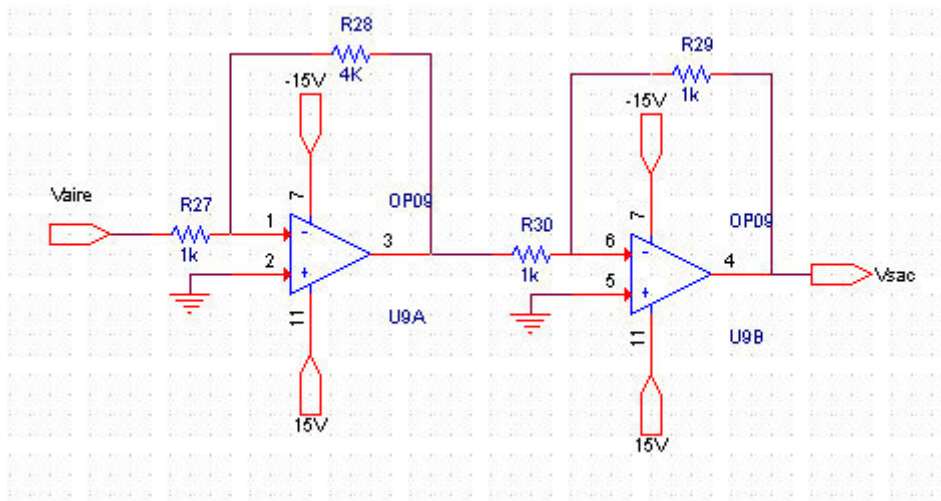
### 6.1.1 Sensor SAC

Este sensor estará situado en la parte superior del Calderín, donde nunca sea alcanzado por el agua. Este sensor de presión estará alimentado con 12 Voltios. La presión máxima en el depósito es de 5 bares, para esta presión obtendríamos una tensión a la salida de 1,25V aproximadamente, ya que la salida de este sensor es lineal. Esta salida la llevaremos a un amplificador operacional para trabajar con una tensión de 5V, teniendo así mayor comodidad a la hora de trabajar. Conociendo que la tensión de salida de un amplificador operacional se calcula con la siguiente fórmula:  $V_o = -V_{in} \cdot (R_2/R_1)$  fijaremos el valor de  $R_1 = 1000\Omega$ ,  $R_2$  valdrá:

$$R_2 = 5 \cdot 1000 / 1,25 = 4000\Omega$$

A continuación colocaremos otro amplificador con ganancia unitaria

para que la tensión tenga un valor positivo.



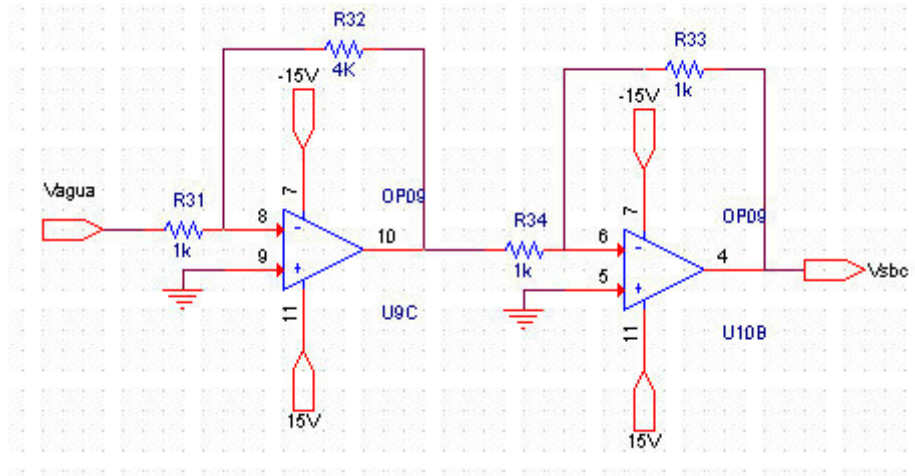
### 6.1.2 Sensor SBC

Este sensor estará colocado en contacto con el agua a 70 mm de la base del calderín. Este sensor siempre medirá más presión que el sensor SPA debido a la mayor densidad de el agua. La presión máxima en el deposito es de 5 bares, para esta presión obtendríamos una tensión a la salida de 1,25V aproximadamente, ya que la salida de este sensor es lineal.

Al igual que con el sensor SAC, utilizaremos amplificadores operacionales para acomodar la señal y dejarla a 5V para una presión de 5 bares. Si fijamos el valor de  $R_1=1000\Omega$ ,  $R_2$  valdrá:

$$R_2 = 5 \cdot 1000 / 1,25 = 4000\Omega$$

Al igual que anteriormente utilizaremos otro operacional con ganancia unitaria para cambiar el signo de la tensión de salida.



### 6.1.3 Comparación de señales

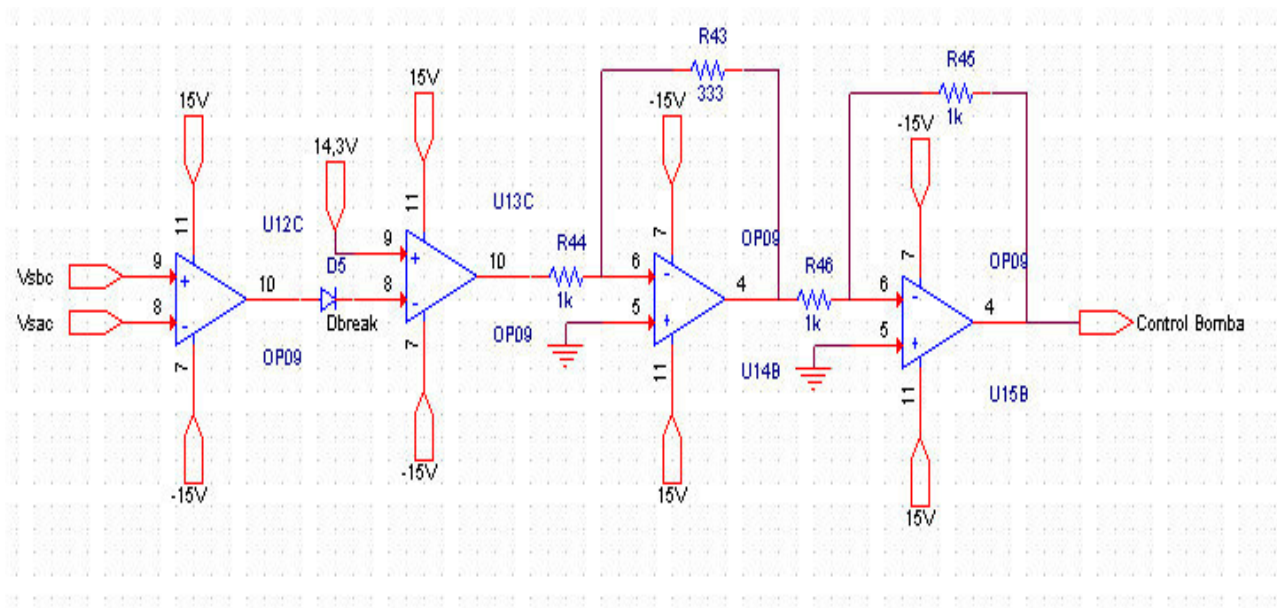
En este apartado compararemos las 2 tensiones obtenidas de los sensores SAC y SBC mediante comparadores. Queremos obtener 5V cuando el agua no llegue al nivel mínimo, y 0V cuando el agua llegue al sensor situado a 70mm de la base del calderín. Para ello utilizaremos dos comparadores. En el primero compararemos las señales Vsac y Vsbc, colocando un diodo a la salida del comparador, de forma que tengamos 14,3V a la salida de este comparador cuando el nivel de agua sea el correcto y 0V cuando no tengamos agua suficiente en el interior del calderín. La señal de este comparador la llevaremos hasta la patilla negativa de otro comparador, teniendo 14,3V de referencia en la patilla positiva. Así tendremos 15V cuando no tengamos suficiente agua en el calderín y 0V cuando el nivel de agua sea el correcto. Como el relé encargado de activar la bomba se alimenta a 5V, debemos adaptar la salida del comparador para tener 5V cuando el agua no llegue al nivel deseado. Para ello utilizaremos un amplificador operacional con ganancia unitaria encargado de cambiarle el signo a la tensión, y otro amplificador cuyas resistencias calcularemos a continuación. Si fijamos



$R_1=1000\Omega$  ,  $R_2$  valdrá:

$$R_2 = 5*1000/15= 333\Omega$$

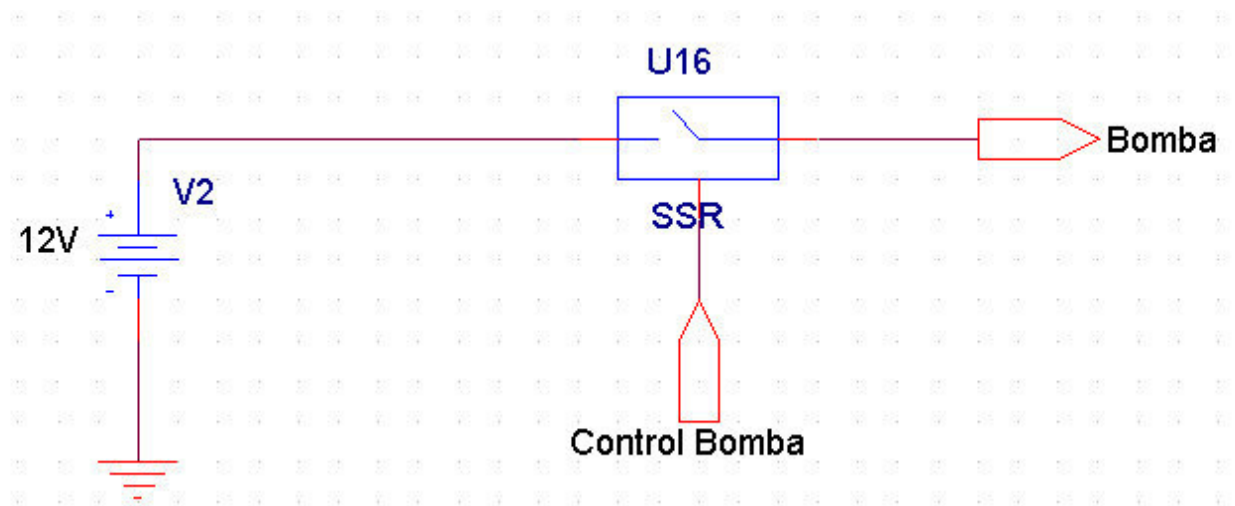
El circuito de comparación de las señales de los sensores sería el siguiente:



## 6.2 Activación de la bomba

La bomba estará alimentada mediante una tensión constante de 12V. La señal **Control Bomba** será la encargada de activar o desactivar el relé encargado de cerrar el circuito de alimentación de la bomba. Esta se desactivara cada vez que el agua en el interior del calderín llegue hasta el sensor situado a 70mm de la base del calderín, estando activada mientras el agua no llegue a dicho nivel. El circuito es el siguiente:





## 7 Pantalla LCD

Una pantalla LCD (Liquid Crystal Display) tiene la capacidad de mostrar cualquier carácter alfanumérico permitiendo representar de forma fácil y económica cualquier tipo de información que genere un equipo electrónico.

Para este proyecto hemos escogido una pantalla LCD 4x16. Esta pantalla esta

compuesta por un microcontrolador que es capaz de representar 4 líneas de 16 caracteres.

A partir de 8 líneas de datos se le envía el carácter ASCII que se desea visualizar, así como ciertos códigos de control, que permiten realizar diferentes efectos de visualización.

## 7.1 Descripción de los pines

Numero de pin	Simbolo	Descripción
1	VSS	Masa
2	VDD	Tensión de alimentación (+5V)
3	V0	Contraste LCD (aprox. 0,4V)
4	RS	Selección de registro ( 0 = comandos, 1 = datos)
5	R/W	Selección de lectura/escritura (0=escritura, 1=lectura)
6	E	Habilitación de operación
7-14	DB0-DB7	Buses de datos
15	LED+	Tensión de alimentación de retroiluminación
16	LED-	Masa de retroiluminación

## 7.2 Memoria de la pantalla LCD

### 7.2.1 DDRAM

La memoria DDRAM(Data Display RAM) es una zona de la memoria RAM que se ocupa de almacenar los caracteres que se van a mostrar por pantalla. Tiene una capacidad de 80 bytes, 20 por cada línea, de los cuales sólo 64 bytes se pueden visualizar a la vez (16 bytes por línea).

**Memoria DDRAM**

Direcciones de la primera línea: 00 - 27 hex.																																							
00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	1A	1B	1C	1D	1E	1F	20	21	22	23	24	25	26	27
40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	4A	4B	0C	4D	4E	4F	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	5A	5B	5C	5D	5E	5F	60	61	62	63	64	65	66	67
pantalla LCD																Direcciones de la segunda línea: 40 - 67 hex.																							

### 7.2.2 CGROM

La CGROM es una zona de la memoria interno no volátil donde se almacena una tabla con los 192 caracteres que pueden ser visualizados. Cada uno de los caracteres tiene su representación binaria de 8 bits.

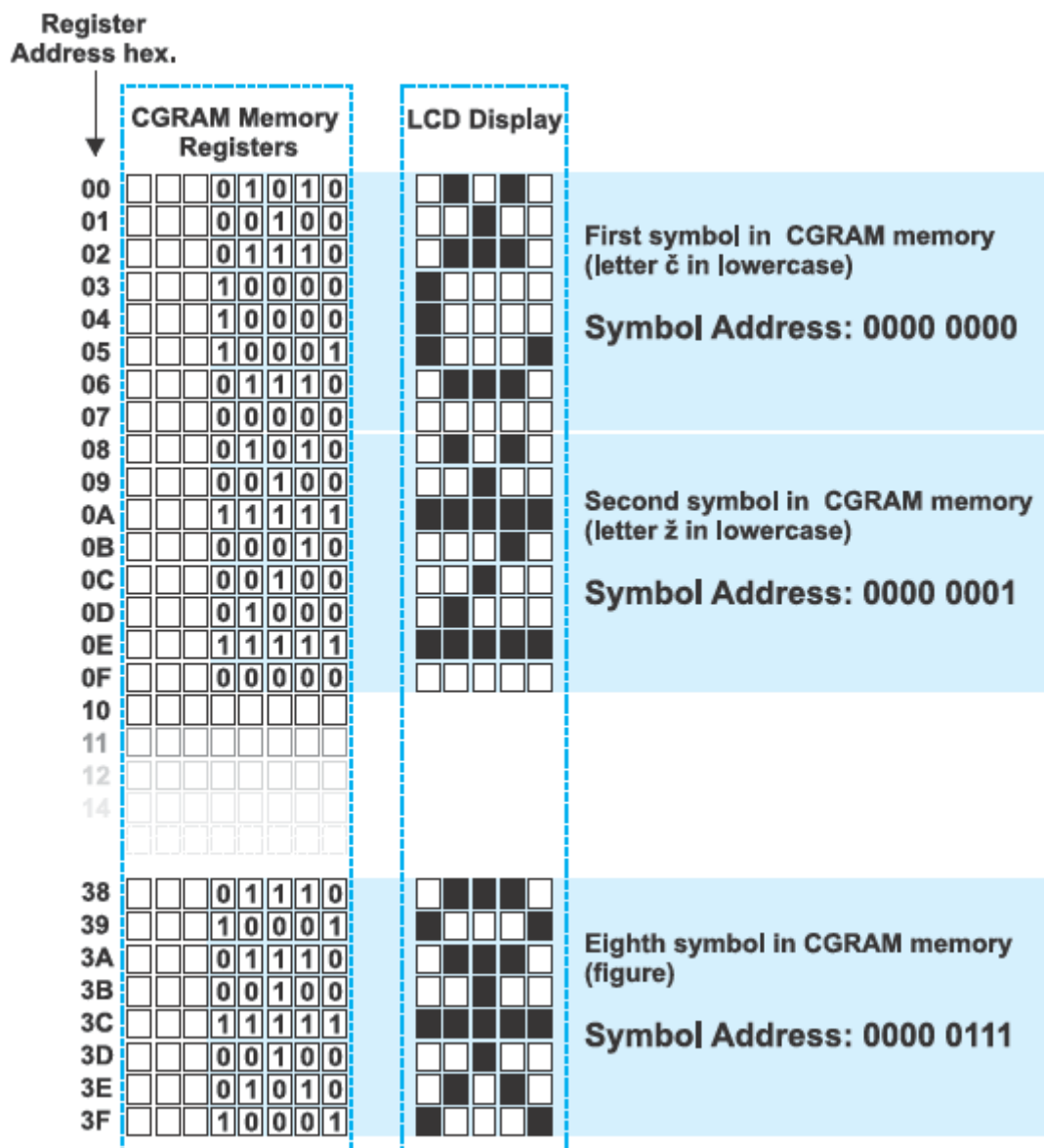
La memoria CGROM contiene un mapa estándar de todos los caracteres que se pueden visualizar en la pantalla. A cada carácter se le asigna una localidad de memoria

Upper 4 Bits Lower 4 Bits	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111
xxxx0000	CG RAM (1)			Ø	Q	P	`	P				—	タ	ミ	α	ρ
xxxx0001	(2)		!	1	A	Q	a	q			。	ア	チ	ム	ä	q
xxxx0010	(3)		"	2	B	R	b	r			「	イ	ツ	メ	ß	θ
xxxx0011	(4)		#	3	C	S	c	s			」	ウ	テ	モ	ε	∞
xxxx0100	(5)		\$	4	D	T	d	t			、	エ	ト	ホ	μ	Ω
xxxx0101	(6)		%	5	E	U	e	u			・	オ	ナ	ユ	€	Ü
xxxx0110	(7)		&	6	F	V	f	v			ヲ	カ	ニ	ヨ	ρ	Σ
xxxx0111	(8)		'	7	G	W	g	w			ア	キ	ヌ	ラ	g	π
xxxx1000	(1)		(	8	H	X	h	x			イ	ク	ネ	リ	、	Σ
xxxx1001	(2)		)	9	I	Y	i	y			ウ	ケ	ル	ル	'	Y
xxxx1010	(3)		*	:	J	Z	j	z			エ	コ	ハ	レ	j	≠
xxxx1011	(4)		+	;	K	[	k	{			オ	サ	ヒ	ロ	*	π
xxxx1100	(5)		,	<	L	¥	l	l			ヤ	シ	フ	ワ	Φ	π
xxxx1101	(6)		—	=	M	]	m	}			ユ	ズ	ヘ	ン	も	÷
xxxx1110	(7)		。	>	N	^	n	÷			ヨ	セ	ホ	ッ	ñ	
xxxx1111	(8)		/	?	O	_	o	+			ッ	リ	マ	ロ	ö	■

### 7.2.3 CGRAM

Además de los caracteres estándar, el visualizador LCD puede visualizar símbolos definidos por el usuario. Esto puede ser cualquier símbolo de 5x8 píxeles. La memoria RAM denominada CGRAM de 64 bytes lo habilita.

Los registros de memoria son de 8 bits de anchura, pero sólo se utilizan 5 bits más bajos. Un uno lógico (1) en cada registro representa un punto oscurecido, mientras que 8 localidades agrupadas representan un carácter.



## 7.2.4 Secuencia de inicialización

El módulo LCD ejecuta automáticamente una secuencia de inicio interna en el instante de aplicarle la tensión de alimentación si se cumplen los requisitos de alimentación expuestos en su manual.

Dichos requisitos consisten en que el tiempo que tarde en estabilizarse la tensión desde 0.2V hasta los 4.5V mínimos necesarios sea entre 0.1ms y

10ms. Igualmente, el tiempo de desconexión debe ser como mínimo de 1ms antes de volver a conectar.

La secuencia de inicio ejecutada es la siguiente:

1. CLEAR DISPLAY
2. FUNCTION SET
3. DISPLAY ON/OFF CONTROL
4. ENTRY MODE SET
5. Se selección la primera posición de la RAM

Las instrucciones anteriores vienen suministradas por Microchip. Es importante que la primera instrucción que se envíe realice una espera de unos 15 ms o mayor para la completa reinicialización interna del módulo LCD.

### **7.2.5 Indicadores**

Las indicaciones que aparecerán en la pantalla LCD, y nos informaran del estado de nuestro sistema, serán las siguientes:

- T. PLANCHA BAJA: Avisa de que aun no se ha alcanzado la temperatura adecuada de planchado (70°C).
- T. PLANCHA OK: Avisa que se ha alcanzado una temperatura adecuada de planchado y que esta es menor de 120 °C.
- PRESIÓN BAJA: Avisa que la presión alcanzada en el calderín es correcta y que, por lo tanto, no se ha activado la válvula de seguridad.
- PRESIÓN OK: Indica que la presión del calderín es la adecuada. Por motivos de seguridad, es recomendable iniciar el planchado cuando la presión del calderín sea la adecuada.
- AGUA FALTA: Indica que se ha alcanzado el nivel mínimo de agua en

el depósito y que, por lo tanto, debemos suministrarla.

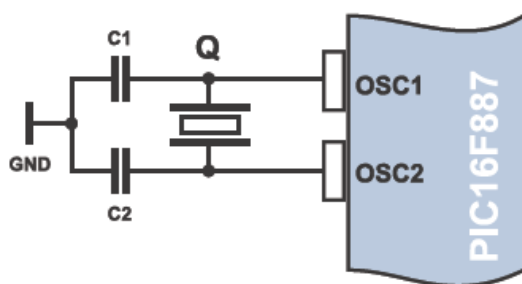
- AGUA OK: Indica que el nivel de agua del depósito es el adecuado.
- CALEF. FALLA: Indica que el calefactor no ha alcanzado la temperatura mínima de ebullición del agua (100°C) y, por lo tanto, la producción de vapor del calderín no será correcta.
- CALED.OK: Se ha alcanzado la temperatura mínima de ebullición (100°C) y por lo tanto, la producción de vapor será correcta.

## 7.2.6 Circuito de control

La puerta B del **PIC16F877** será un bus de datos bidireccional, el cual irá conectado a las patillas D0-D7 de la pantalla LCD. Sin embargo, los bits de configuración de la pantalla serán los de la puerta C (C0, C1, C2).

### 7.2.6.1 Cristal de cuarzo

Para producir la oscilación del PIC 16F877, añadiremos en las patillas OSC1 y OS2 un cristal externo.



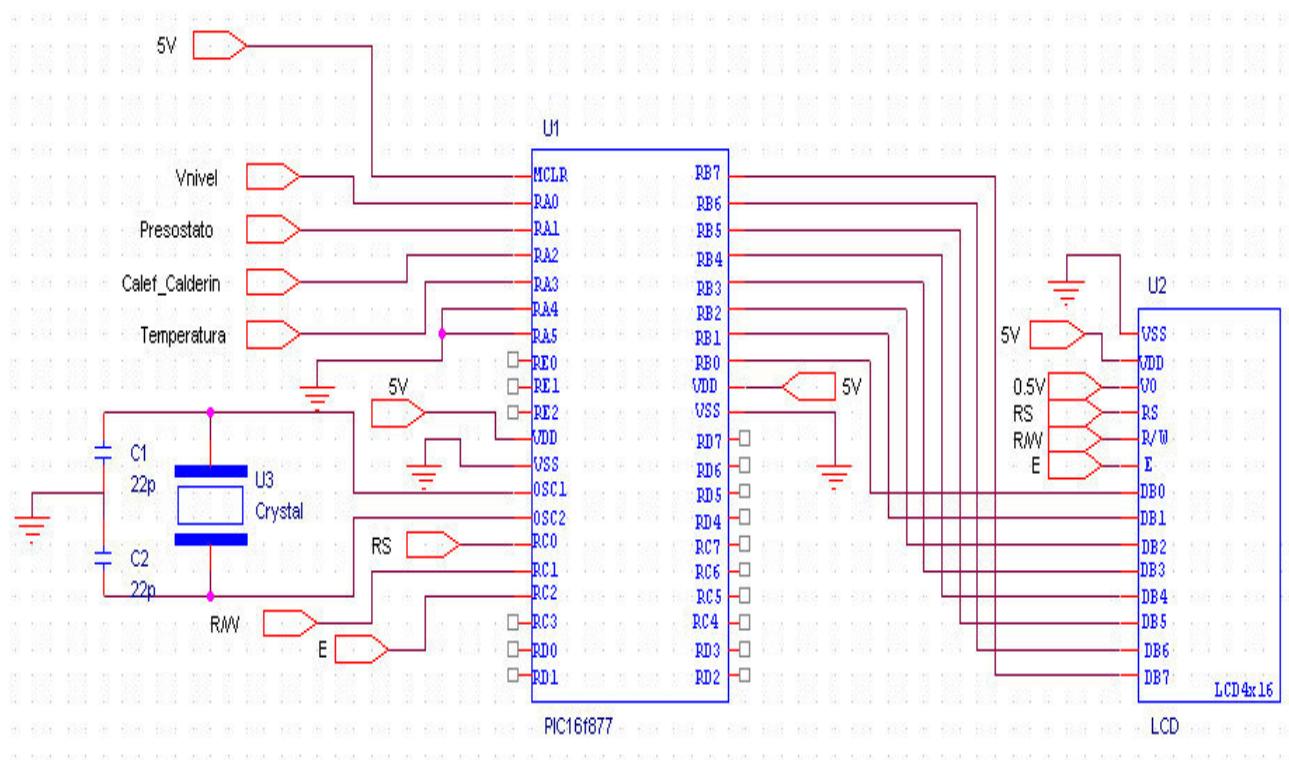
Modo	Frecuencia	C1, C2
LP	32 KHz	33pF
	200 KHz	15pF
XT	200 KHz	47-68 pF
	1 MHz	15 pF
	4 MHz	15 pF
HS	4 MHz	15 pF
	8 MHz	15-33 pF
	20 MHz	15-33 pF

Estos son valores estándar de condensadores cerámicos para la



configuración XT. Para una tensión de 5V Microchip recomienda  $C1 = C2 \sim 30 \text{ pF}$ . En nuestro proyecto hemos escogido un condensador de  $22 \text{ pF}$  para una frecuencia de oscilación de  $4\text{MHz}$

El circuito de control de la pantalla LCD será el que tenemos a continuación:



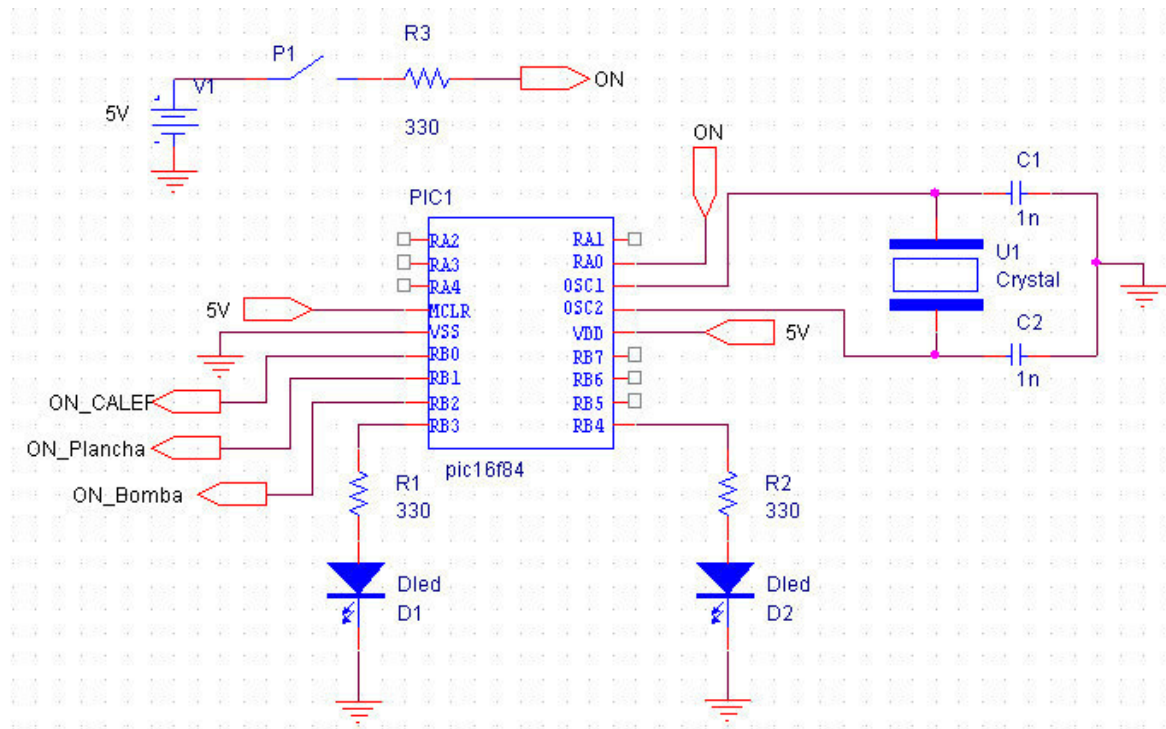
## 8 Puesta en Marcha

Para accionar el sistema únicamente tendríamos que activar el interruptor P1. Este pulsador hará que circule corriente hasta la patilla RA1 del PIC16F84, activada a nivel alto. Al activar el pulsador llegará a la patilla RA1 una tensión de 5 V. Esta activación provocará que se enciendan los LEDs verdes L1 y L2, que indican la activación del sistema, y que se accione el calefactor, la bomba y la plancha

Este interruptor también funciona como interruptor de seguridad, ya que solo tendremos que desactivar el pulsador si queremos apagar el sistema.

Este sistema tiene 3 salidas: ON\_CALEFACTOR, ON\_PLANCHA, ON\_BOMBA

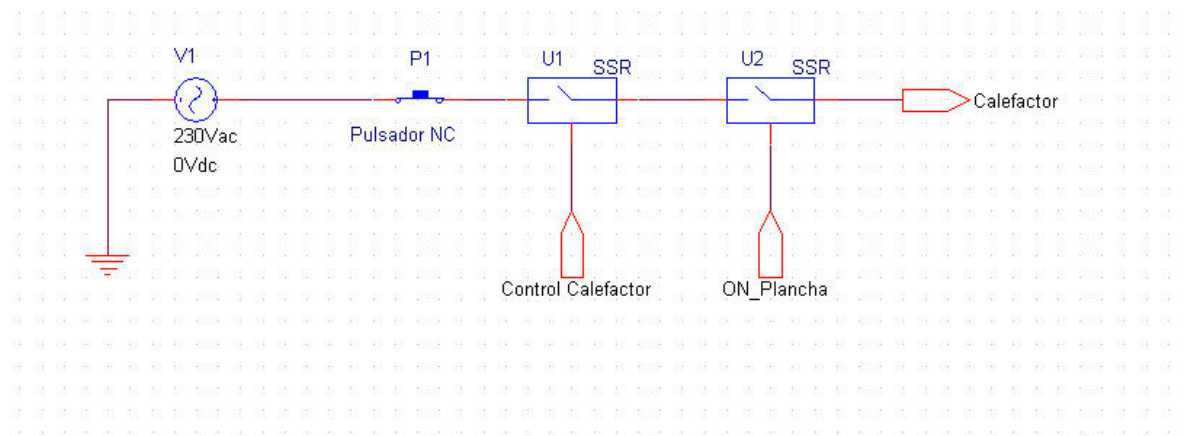
Para poder activar la plancha, la bomba y el calefactor necesitaremos tensiones altas, para poder controlar su accionamiento mediante las salidas del PIC16F84 utilizaremos 3 relés tipo solido



## 8.1 Activación de la plancha

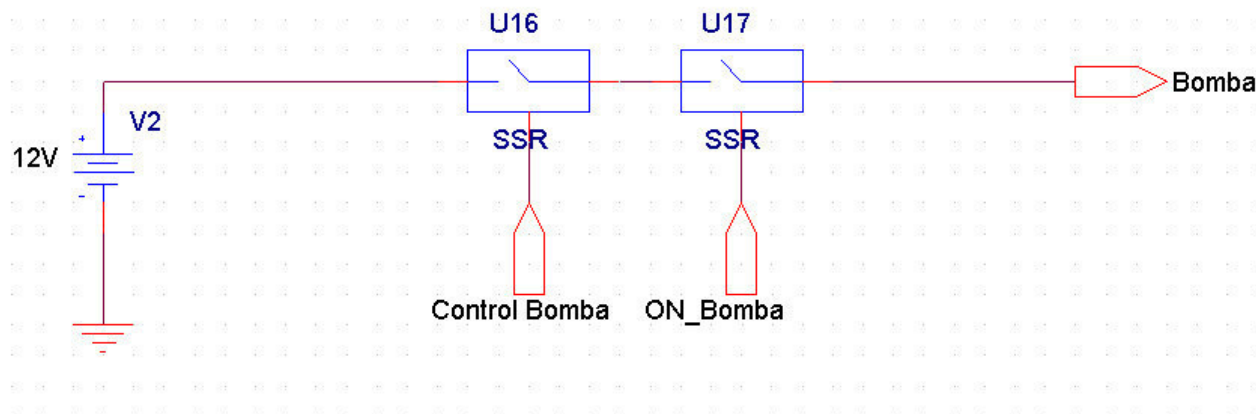
La plancha está regulada por el interruptor P1 y por la temperatura de la plancha. Cuando se active el interruptor se alimentara el elemento calefactor de la plancha. La temperatura que pueda alcanzar la plancha la controlará el termostato, para este proyecto se ha establecido una temperatura máxima de 130 °C.

Disponemos de un pulsador de seguridad normalmente cerrado que nos permitirá desconectar la resistencia calefactora de la plancha manualmente.



## 8.2 Activación de la bomba

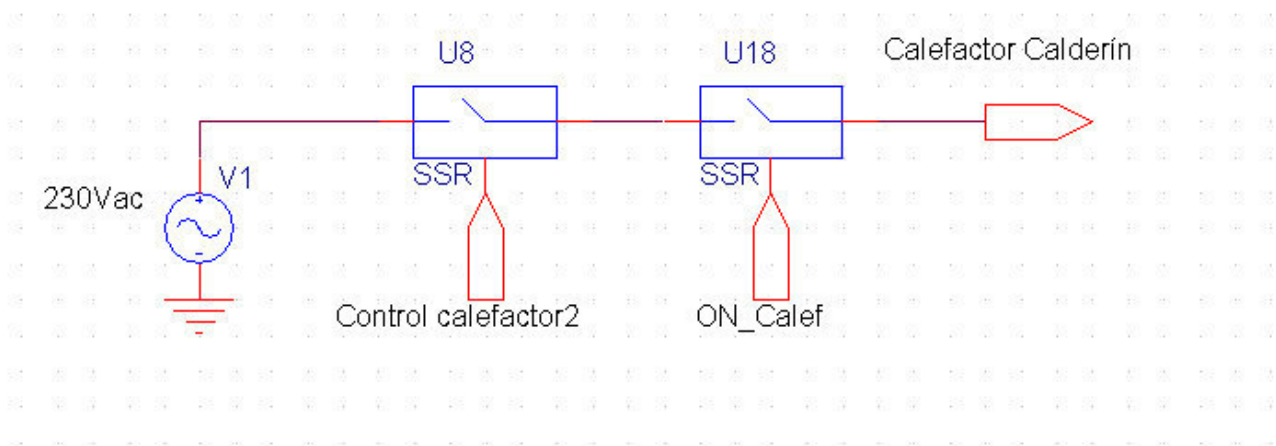
La bomba se encuentra regulada por el interruptor P1 y por el nivel del calderín. Es decir, que para que se active la bomba el agua en el calderín deba estar por debajo del sensor situado a 70mm de la base, y el interruptor P1 debe estar activado.



## 8.3 Activación del elemento calefactor

El elemento calefactor del calderín se encuentra regulado por el pulsador P1 y por el termostato. Accionando el interruptor P1 se encenderá el elemento calefactor, esto provocará que la resistencia calefactora caliente el agua del calderín. Cuando la resistencia calefactora alcance los 130 °C, el termostato

abrira el relé, apagando el elemento calefactor.



## 9 Seguridad

### 9.1 Medidas de seguridad

Las medidas de seguridad en estos sistemas es un punto muy importante, ya que depende de ellas la seguridad del operario.

Para ello utilizaremos sensores de temperatura y presión para asegurar un correcto funcionamiento del sistema.

Además utilizaremos materiales que cumplan la normativa para asegurar y garantizar una correcta presión de planchado, evitando fugas y problemas que provocaran un deterioro de la maquinaria y de su rendimiento.

### 9.2 Seguridad del operario

Para preservar la seguridad y la protección del operario el sistema de planchado deberá cumplir con la normativa vigente de protección contra el

contacto directo del usuario con las partes de temperatura y presión elevadas. Para ello utilizaremos materiales aislantes y resistentes que proporcionaran una temperatura exterior segura y adecuada para el operario que manipule la caldera y el calderín.

La zona de trabajo del operario estará limitada a los pulsadores de accionamiento/detención, al pulsador de presión y a la pantalla LCD, evitando zonas de peligro como pueden ser partes de tensión elevada, zonas de conductores de calor, etc.

En el caso de que el operario pueda tener contacto directo con ellas, estas estarán provistas de aislantes y sistemas de seguridad para una mayor protección del operario.

### **9.3 Mantenimiento de la instalación**

Para que las instalaciones sean seguras y sean eficientes es necesario realizar tareas de mantenimiento.

El objetivo principal de este mantenimiento es el tratamiento del agua, con esto evitaremos problemas de corrosiones e incrustaciones en el circuito.

Un elemento del circuito, como es la caldera, deberá pasar revisiones periódicas, comprobando antes que el sistema esta desconectado, que los elementos del circuito estén secos y que la caldera este fría.

Con un mantenimiento eficaz de la instalación evitaremos problemas de obstrucción de tuberías, averías y accidentes. Asegurando así una larga vida útil de la instalación.

### **9.4 Registro de mantenimiento**

El encargado del mantenimiento de la instalación llevará un registro de las tareas de mantenimiento realizadas y de los resultados obtenidos.

Este registro se anotará en un libro o en un archivo informático, donde se numerarán las operaciones de mantenimiento debiendo estar distribuidas de la siguiente forma:

- Titular de la instalación y la ubicación de la misma.
- Titular que realice el mantenimiento.
- Número de orden de la operación en la instalación.
- Fecha de ejecución.
- Operaciones realizadas y el personal que las realizó.
- Lista de materiales sustituidos.
- Repuestos.
- Observaciones y sugerencias.

El registro de las tareas de mantenimiento de cada instalación se hará por duplicado y se entregará una copia al titular de la instalación. Estos documentos deben guardarse al menos durante tres años, contados a partir de la fecha de ejecución del mantenimiento de la instalación.

## **10 Condiciones**

Este documento contiene las condiciones legales que guiarán la realización del proyecto. En lo que sigue, se supondrá que el proyecto ha sido encargado por una empresa cliente a otra consultora. Dicha empresa consultora ha debido desarrollar una línea de investigación con objeto de elaborar el proyecto. Esta línea de investigación, junto con el posterior desarrollo de los programas está amparada por las condiciones particulares del siguiente pliego. Suponiendo que la utilización industrial de los métodos recogidos en el presente proyecto ha sido decidida por parte de la empresa cliente, la obra a realizar se regulará por

las condiciones expuestas a continuación.

## **10.1 Condiciones generales**

1. La modalidad de contratación será el concurso. La adjudicación se hará, por tanto, a la proposición más favorable sin atender exclusivamente al valor económico, dependiendo de las mayores garantías ofrecidas. La empresa que somete el proyecto a concurso se reserva el derecho a declararlo desierto.
2. El montaje y mecanización completa de los equipos que intervengan será realizado totalmente por la empresa licitadora.
3. En la oferta, se hará constar el precio total por el que se compromete a realizar la obra y el tanto por ciento de baja se supone este precio en relación con un importe límite si este se hubiera fijado.
4. La obra se realizará bajo la dirección técnica de un Ingeniero Superior de Telecomunicación, auxiliado por el número de Ingenieros Técnicos y Programadores que se estime preciso para el desarrollo de la misma.
5. Aparte del Ingeniero Director, el contratista tendrá derecho a contratar al resto del personal. Pudiendo ceder esta prerrogativa a favor del Ingeniero Director, quien no estará obligado a aceptarla.
6. El contratista tiene derecho a sacar copias a su costa de los planos, pliego de condiciones y presupuesto. El ingeniero autor del proyecto autorizará con su firma las copias solicitadas por el contratista después de confrontarlas.



7. Se abonará al contratista la obra que realmente ejecute con sujeción al proyecto que sirvió de base para la contratación, a las modificaciones autorizadas por la superioridad o a las órdenes que con arreglo a sus facultades le hayan comunicado por escrito al Ingeniero Director de obras siempre que dicha obra se haya ajustado a los preceptos de los pliegos de condiciones, con arreglo a los cuales, se harán las modificaciones y la valoración de las diversas unidades sin que el importe total pueda exceder de los presupuestos aprobados. Por consiguiente, el número de unidades que se consignan en el proyecto o en el presupuesto, no podrá servirle de fundamento para entablar reclamaciones de ninguna clase, salvo en los casos de rescisión.

8. Tanto en las certificaciones de obras como en la liquidación final, se abonarán los trabajos realizados por el contratista a los precios de ejecución material que figuran en el presupuesto para cada unidad de la obra.

9. Si excepcionalmente se hubiera ejecutado algún trabajo que no se ajustase a las condiciones de la contrata pero que sin embargo es admisible a juicio del Ingeniero Director de obras, se dará conocimiento a la Dirección, proponiendo a la vez la rebaja de precios que el Ingeniero estime justa y si la Dirección resolviera aceptar la obra, quedará el contratista obligado a conformarse con la rebaja acordada.

10. Cuando se juzgue necesario emplear materiales o ejecutar obras que no figuren en el presupuesto de la contrata, se evaluará su importe a los precios asignados a otras obras o materiales análogos si los hubiere y cuando no, se discutirán entre el Ingeniero Director y el contratista, sometiéndolos a la

aprobación de la Dirección. Los nuevos precios convenidos por uno u otro procedimiento, se ejecutarán siempre al establecido en el punto anterior.

11. Cuando el contratista, con autorización del Ingeniero Director de obras. Emplee materiales de calidad más elevada o de mayores dimensiones de lo estipulado en el proyecto, o sustituya una clase de fabricación por otra que tenga asignado mayor precio o ejecute con mayores dimensiones cualquier otra parte de las obras, o en general, introduzca en ellas cualquier modificación que sea beneficiosa a juicio del Ingeniero Directo de obras, no tendrá derecho sin embargo, sino a lo que le correspondería si hubiera realizado la obra con estricta sujeción a lo proyectado y contratado.

12. Las cantidades calculadas para obras accesorias, aunque figuren por partida alzada en el presupuesto final (general), no serán abonadas sino a los precios de la contrata, según las condiciones de la misma y los proyectos particulares que para ellas se formen, o en su defecto, por lo que resulte de su medición final.

13. El contratista queda obligado a abonar al Ingeniero autor del proyecto y director de obras así como a los Ingenieros Técnicos, el importe de sus respectivos honorarios facultativos por formación del proyecto, dirección técnica y administración en su caso, con arreglo a las tarifas y honorarios vigentes.

14. Concluida la ejecución de la obra, será reconocida por el Ingeniero Director que tal efecto designe la empresa.

15. La garantía definitiva será del 4% del presupuesto y la provisional del

2%

16. La forma de pago será por certificaciones mensuales de la obra ejecutada, de acuerdo con los precios del presupuesto, deducida la baja si la hubiera.

17. La fecha de comiendo de las obras será a partir de los 15 días naturales del replanteo oficial de las mismas y la definitiva, al año de haber ejecutado la provisional, procediéndose si no existe reclamación alguna, a la reclamación de la fianza.

18. Si el contratista al efectuar el replanteo, observase algún error en el proyecto, deberá comunicarlo en el plazo de quince días al Ingeniero Director de obras, pues transcurrido ese plazo será responsable de la exactitud del proyecto.

19. El contratista está obligado a designar una persona responsable que se entenderá con el Ingeniero Director de obras, o con el delegado que éste designe, para todo relacionado con ella. Al ser el Ingeniero Director de obras el que interpreta el proyecto, el contratista deberá consultarle cualquier duda que surja en su realización.

20. Durante la realización de la obra, se giraran visitas de inspección por personal facultativo de la empresa cliente, para hacer las comprobaciones que se crean oportunas. Es obligación del contratista, la conservación de la obra ya ejecutada hasta la recepción de la misma, por lo que el deterioro parcial o total de ella, aunque sea por agentes atmosféricos u otras causas, deberá ser reparado o reconstruido por su cuenta.

21. El contratista, deberá realizar la obra en el plazo mencionado a partir de la fecha del contrato, incurriendo en multa, por retraso de la ejecución siempre que éste no sea debido a causas de fuerza mayor. A la terminación de la obra, se hará una recepción provisional previo reconocimiento y examen por la dirección técnica, el depositario de efectos, el interventor y el jefe de servicios o un representante, estampando su conformidad el contratista.

22. Hecha la recepción provisional, se certificará al contratista el resto de la obra, reservándose la administración el importe de los gastos de conservación de la misma hasta su recepción definitiva y la fianza durante el tiempo señalado como plazo de garantía. La recepción definitiva se hará en las mismas condiciones que la provisional, extendiéndose el acta correspondiente. El Director Técnico propondrá a la Junta Económica la devolución de la fianza al contratista de acuerdo con las condiciones económicas legales establecidas.

## **10.2 Condiciones particulares**

La empresa consultora, que ha desarrollado el presente proyecto, lo entregará a la empresa cliente bajo las condiciones generales ya formuladas, debiendo añadirse las siguientes condiciones particulares:

1. La propiedad intelectual de los procesos descritos y analizados en el presente trabajo, pertenece por entero a la empresa consultora representada por el Ingeniero Director del Proyecto.
2. La empresa consultora se reserva el derecho a la utilización total o parcial

de los resultados de la investigación realizada para desarrollar el siguiente proyecto, bien para su publicación o bien para su uso en trabajos o proyectos posteriores, para la misma empresa cliente o para otra.

3. Cualquier tipo de reproducción aparte de las reseñadas en las condiciones generales, bien sea para uso particular de la empresa cliente, o para cualquier otra aplicación, contará con autorización expresa y por escrito del Ingeniero Director del Proyecto, que actuará en representación de la empresa consultora.

4. En la autorización se ha de hacer constar la aplicación a que se destinan sus reproducciones así como su cantidad.

5. En todas las reproducciones se indicará su procedencia, explicitando el nombre del proyecto, nombre del Ingeniero Director y de la empresa consultora.

6. Si el proyecto pasa la etapa de desarrollo, cualquier modificación que se realice sobre él, deberá ser notificada al Ingeniero Director del Proyecto y a criterio de éste, la empresa consultora decidirá aceptar o no la modificación propuesta.

7. Si la modificación se acepta, la empresa consultora se hará responsable al mismo nivel que el proyecto inicial del que resulta el añadirla.

8. Si la modificación no es aceptada, por el contrario, la empresa consultora declinará toda responsabilidad que se derive de la aplicación o influencia de la misma.

9. Si la empresa cliente decide desarrollar industrialmente uno o varios productos en los que resulte parcial o totalmente aplicable el estudio de este proyecto, deberá comunicarlo a la empresa consultora.
10. La empresa consultora no se responsabiliza de los efectos laterales que se puedan producir en el momento en que se utilice la herramienta objeto del presente proyecto para la realización de otras aplicaciones.
11. La empresa consultora tendrá prioridad respecto a otras en la elaboración de los proyectos auxiliares que fuese necesario desarrollar para dicha aplicación industrial, siempre que no haga explícita renuncia a este hecho. En este caso, deberá autorizar expresamente los proyectos presentados por otros.
12. El Ingeniero Director del presente proyecto, será el responsable de la dirección de la aplicación industrial siempre que la empresa consultora lo estime oportuno. En caso contrario, la persona designada deberá contar con la autorización del mismo, quien delegará en él las responsabilidades que ostente.

## Presupuesto

A continuación mostramos el presupuesto del diseño de la tarjeta de control del sistema de planchado industrial. Lo hemos dividido en bloques dependiendo de su función.

### Elemento Calefactor ( Plancha )

Componentes	Modelo	Nº	Precio (unidad)	Precio (total)
<b>Resistencias</b>			0,02€	
	1k	12		0,24€
	3,8k	2		0,04€
	350	2		0,04€
<b>Amp. Operacionales</b>	LM139	5	0,65€	3,25€
<b>Diodos</b>	1N4007	2	0,08€	0,16€
<b>Sensor Temperatura</b>	LM35	1	4€	4€
<b>Relé estado solido</b>	AQ8	1	6,10€	6,10€
<b>Pulsador N.C</b>	XB2-BA42	1	5,10€	5,10€
<b>Placa de mica</b>	HFM	1	29,95€	29,95€
<b>TOTAL</b>		<b>49,6€</b>		

## Deposito

<b>Componentes</b>	<b>Modelo</b>	<b>Nº</b>	<b>Precio (unidad)</b>	<b>Precio (total)</b>
<b>Resistencias</b>			0,02€	
	1K	12		0,24€
	8K	2		0,04€
	350	2		0,04€
<b>Amp. Operacionales</b>	LM139	10	0,65€	6,50€
<b>Sensores de presión</b>	DMP331	2	5,40€	10,80€
<b>Deposito de agua</b>	120L	1	39,95€	39,95€
<b>Aislante</b>	322-G		5€/m²	10€
<b>Electroválvula</b>	L172	1	9,90€	9,90€
<b>Relé estado solido</b>	AQ8	1	6,10€	6,10€
<b>TOTAL</b>			<b>83,57€</b>	



## Calderín

<b>Componentes</b>	<b>Modelo</b>	<b>Nº</b>	<b>Precio (unidad)</b>	<b>Precio (total)</b>
<b>Resistencias</b>			0,02€	
	1k	19		0,38€
	4k	1		0,02€
	350	3		0,06€
	5k	1		0,02€
	3,8k	1		0,02€
<b>Amp. Operacionales</b>	LM139	15	0,65€	9,75€
<b>Sensor de presión</b>	DMP331	1	5,40€	5,40€
<b>Aislante</b>	322-G		5€/m <sup>2</sup>	10€
<b>Diodos</b>	1N4007	2	0,08€	0,24€
<b>LED</b>		1	0,10€	0,10€
<b>Valvula de seguridad</b>	311450	1	9,90€	9,90€
<b>Relé estado solido</b>	AQ8	1	6,10€	6,10€
<b>Placa de mica</b>	HFM	1	29,95€	29,95€
<b>Sensor Temperatura</b>	LM35	1	4€	4€
<b>TOTAL</b>			<b>75,94€</b>	

## Bomba

Componentes	Modelo	Nº	Precio (unidad)	Precio (total)
<b>Resistencias</b>			0,02€	
	1k	9		0,18€
	4k	2		0,04€
	333	1		0,02€
<b>Sensores de presión</b>	DMP331	2	5,40€	10,80€
<b>Amp. Operacionales</b>	LM139	8	0,65€	5,2€
<b>Diodos</b>	1N4007	1	0,08€	0,08€
<b>Bomba</b>	PC50	1	76,00€	76,00€
<b>Relé estado solido</b>	AQ8	1	6,10€	6,10€
<b>TOTAL</b>			<b>98,42€</b>	

## Pantalla LCD

Componentes	Modelo	Nº	Precio (unidad)	Precio (total)
<b>PIC</b>	16F877	1	5,95€	5,95€
<b>LCD</b>	CFAH1604A	1	5,44€	5,44€
<b>Condensadores</b>	22p	2	0,02€	0,04€
<b>Cristal de cuarzo</b>	4MHz	1	0,42€	0,42€
<b>TOTAL</b>			<b>11,85€</b>	

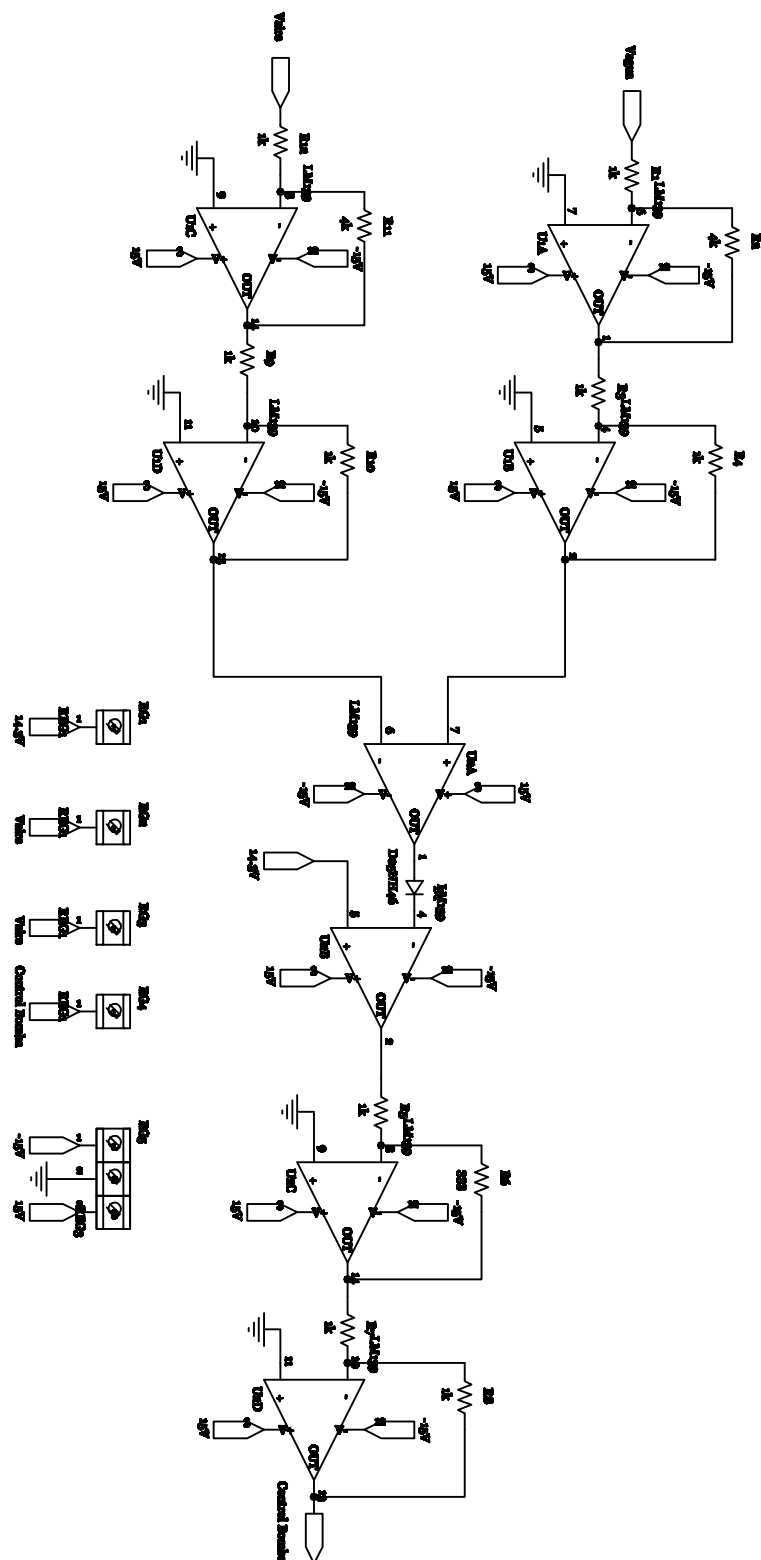
### Control del sistema

<b>Componentes</b>	<b>Modelo</b>	<b>Nº</b>	<b>Precio (unidad)</b>	<b>Precio (total)</b>
<b>Resistencias</b>	330	3	0,02€	0,06€
<b>PIC</b>	16F84	1	3,02€	3,02€
<b>Cristal de cuarzo</b>	4MHZ	1	0,42€	0,42€
<b>Condensadores</b>	22p	2	0,02€	0,04€
<b>LED</b>		2	0,10€	0,20€
<b>Relé estado solido</b>	AQ8	6	6,10€	36,60€
<b>Pulsador N.C</b>	XB2-BA42	1	5,10€	5,10€
<b>TOTAL</b>			<b>45,44€</b>	

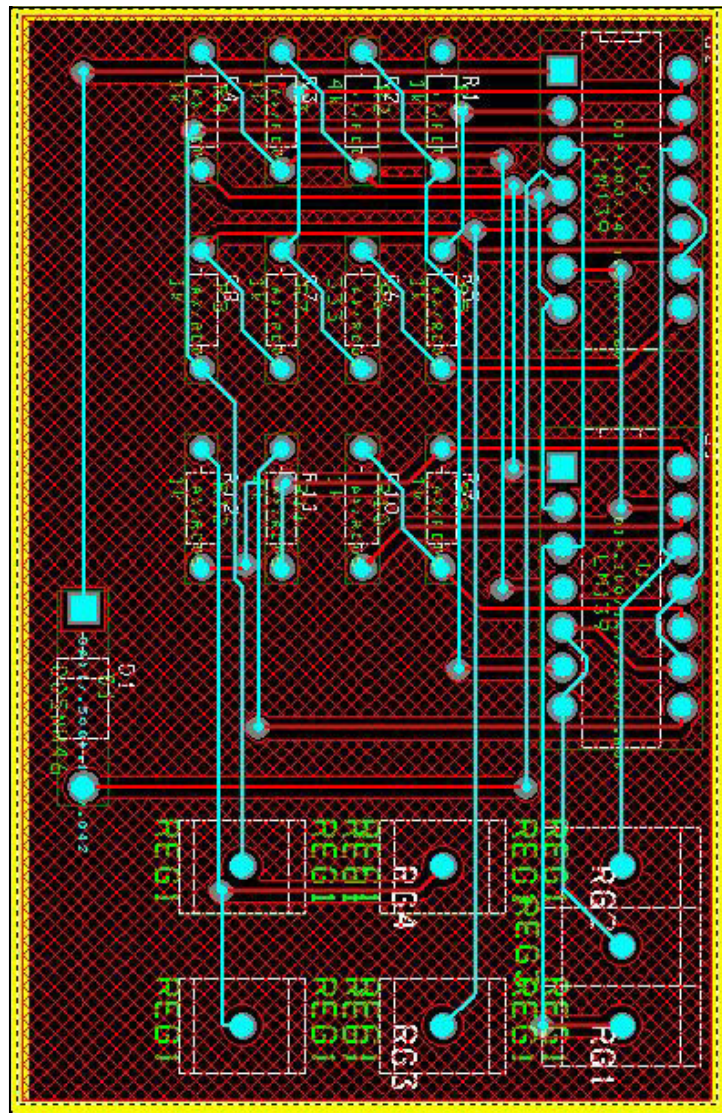
### Presupuesto total

<b>Plancha</b>	49,60€
<b>Deposito</b>	83,57€
<b>Calderín</b>	75,94€
<b>Bomba</b>	98,42€
<b>Pantalla LCD</b>	11,85€
<b>Control del sistema</b>	45,44€
<b>TOTAL</b>	<b>364,82€</b>

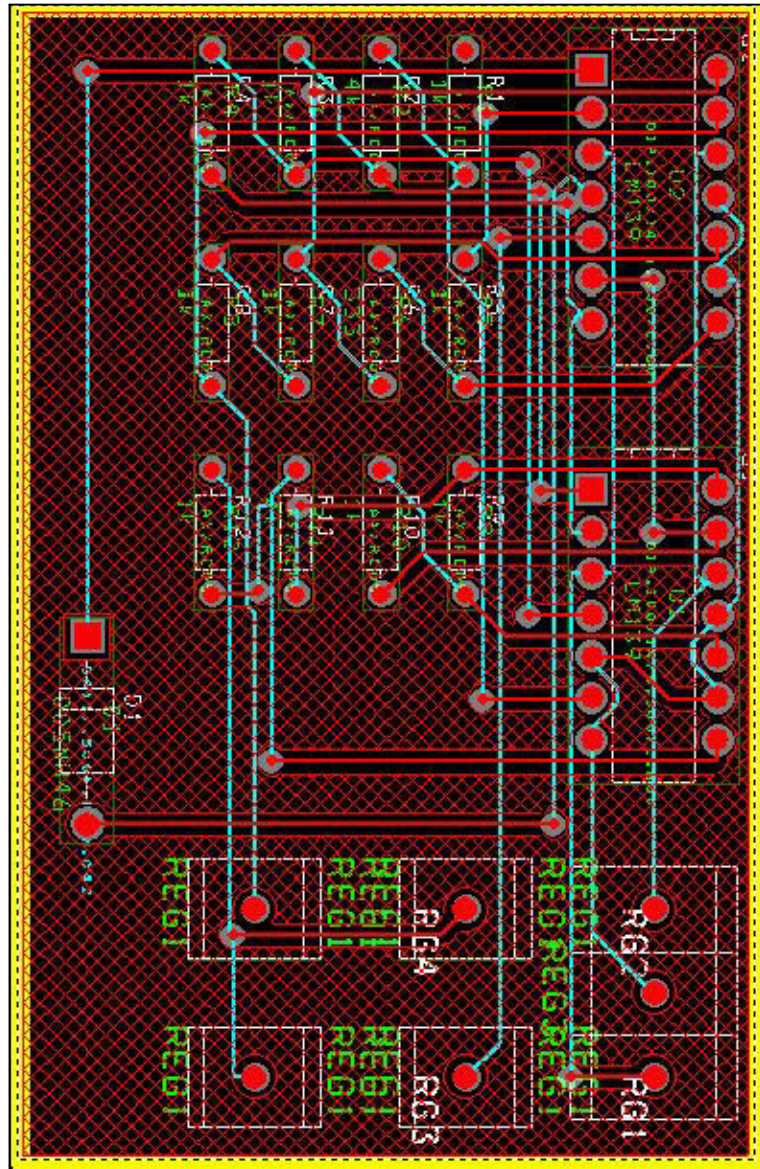
# **Planos**



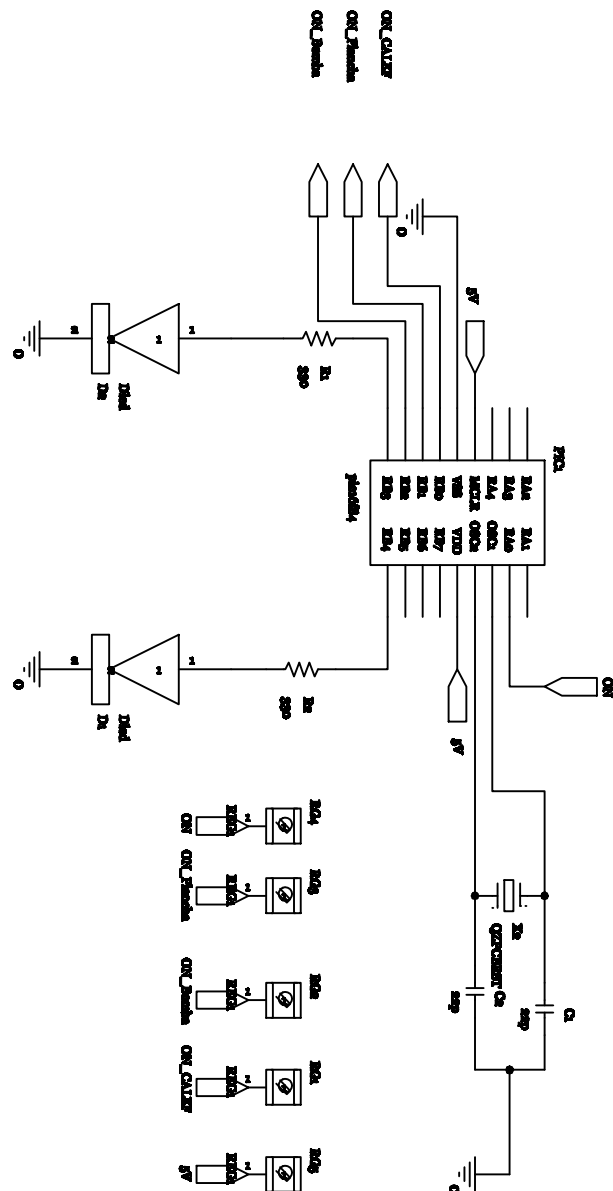
17-02-2014	Adolfo Ruiz Garcia-Vaso	Universidad politécnica de cartagena
Diseño de la tarjeta de control de un sistema de planchado industrial		
Control de la bomba  esquemático		Nº  1



17-02-2014	Adolfo Ruiz Garcia-Vaso	Universidad politécnica de cartagena
Diseño de la tarjeta de control de un sistema de planchado industrial		
Control de la bomba		Nº
Capa TOP		2

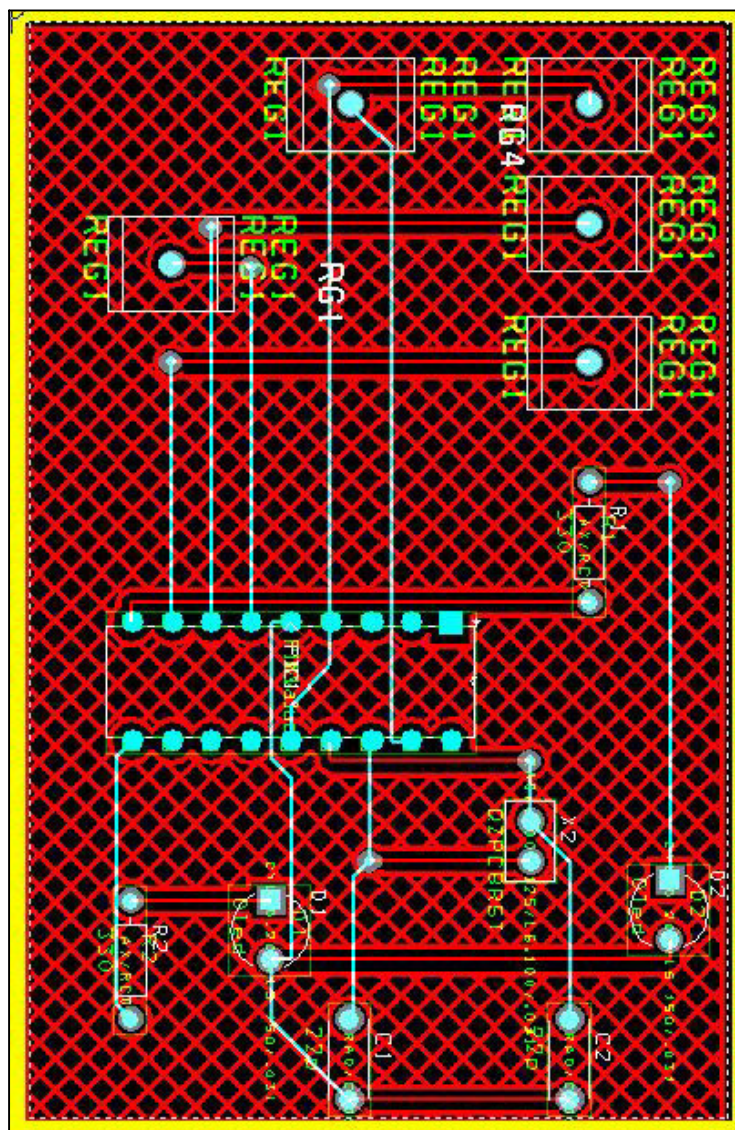


17-02-2014	Adolfo Ruiz Garcia-Vaso	Universidad politécnica de cartagena
Diseño de la tarjeta de control de un sistema de planchado industrial		
Control de la bomba		Nº
Capa BOT		3

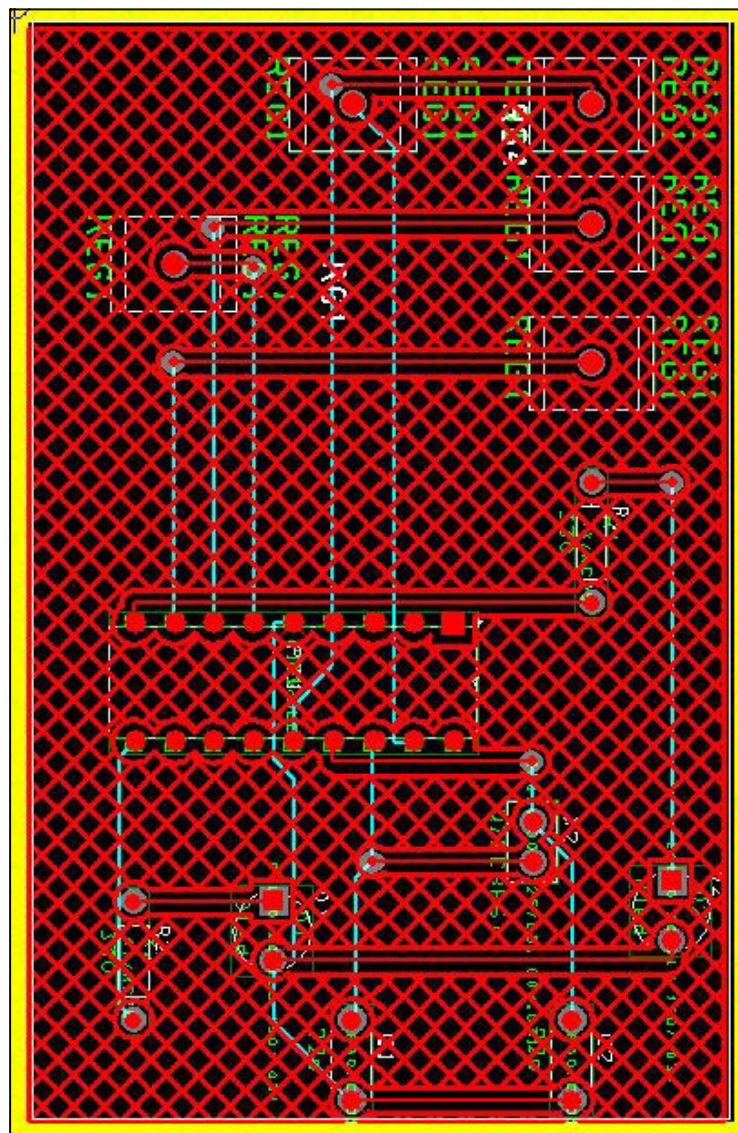


17-02-2014	Adolfo Ruiz Garcia-Vaso	Universidad politécnica de cartagena
Diseño de la tarjeta de control de un sistema de planchado industrial		
Control del sistema		Nº
Esquemático		4





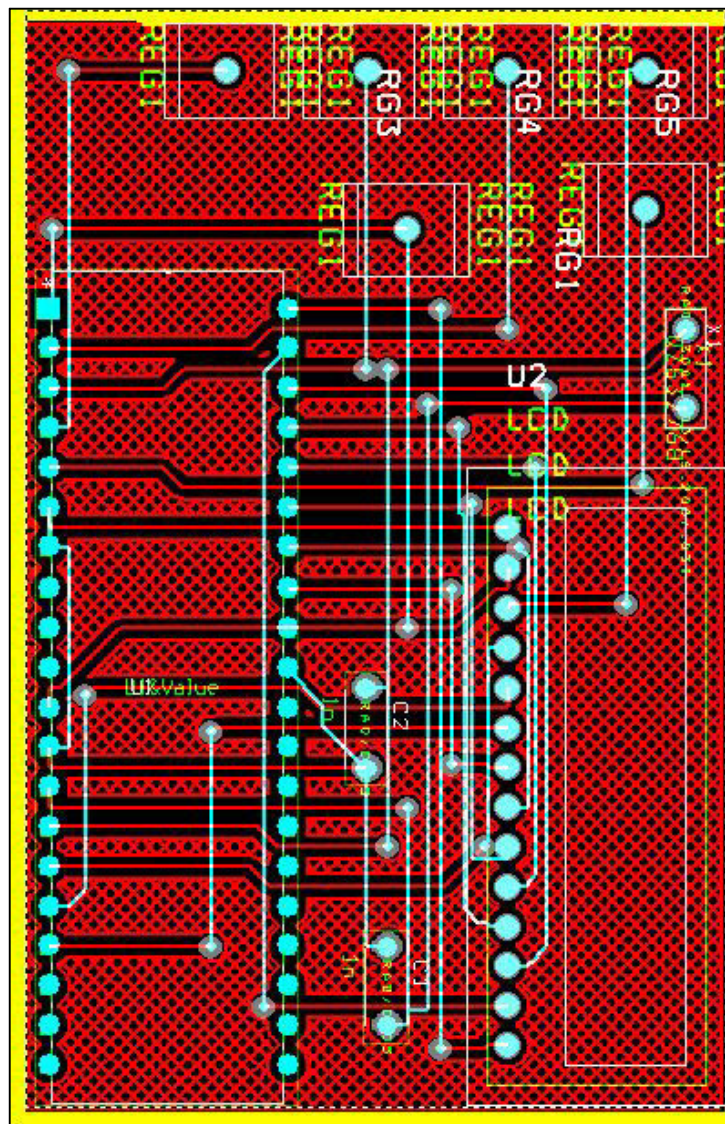
17-02-2014	Adolfo Ruiz Garcia-Vaso	Universidad politécnica de cartagena
Diseño de la tarjeta de control de un sistema de planchado industrial		
Control del sistema		Nº
Capa TOP		5



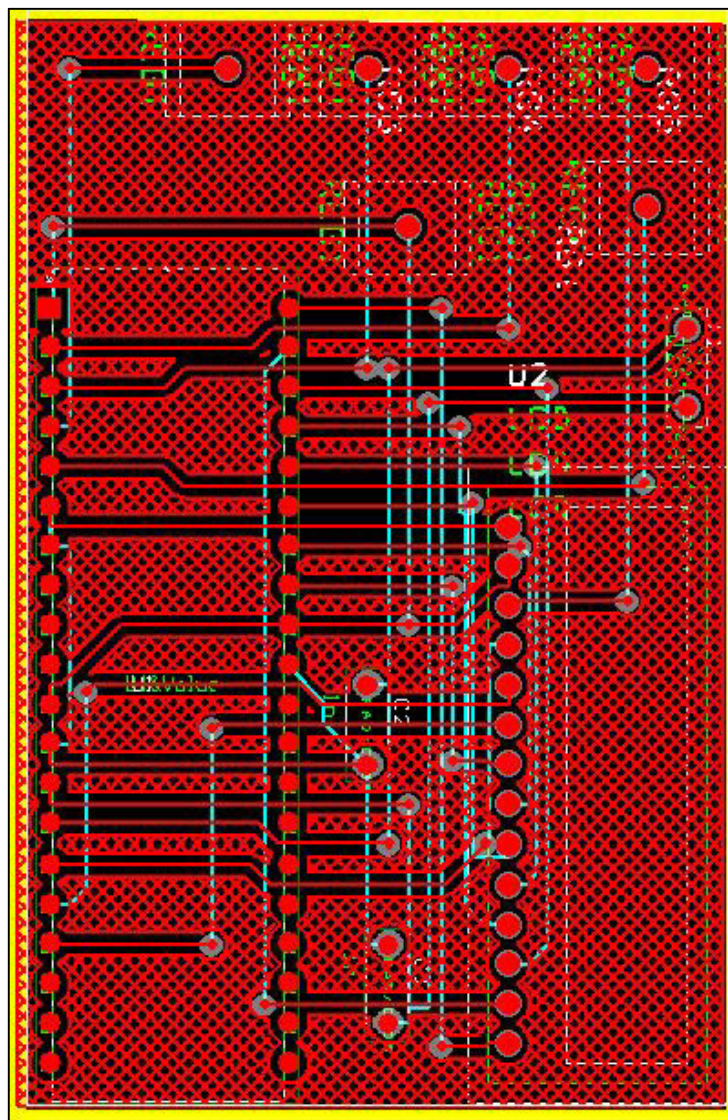
17-02-2014	Adolfo Ruiz Garcia-Vaso	Universidad politécnica de cartagena
Diseño de la tarjeta de control de un sistema de planchado industrial		
Control del sistema		Nº
Capa BOT		6



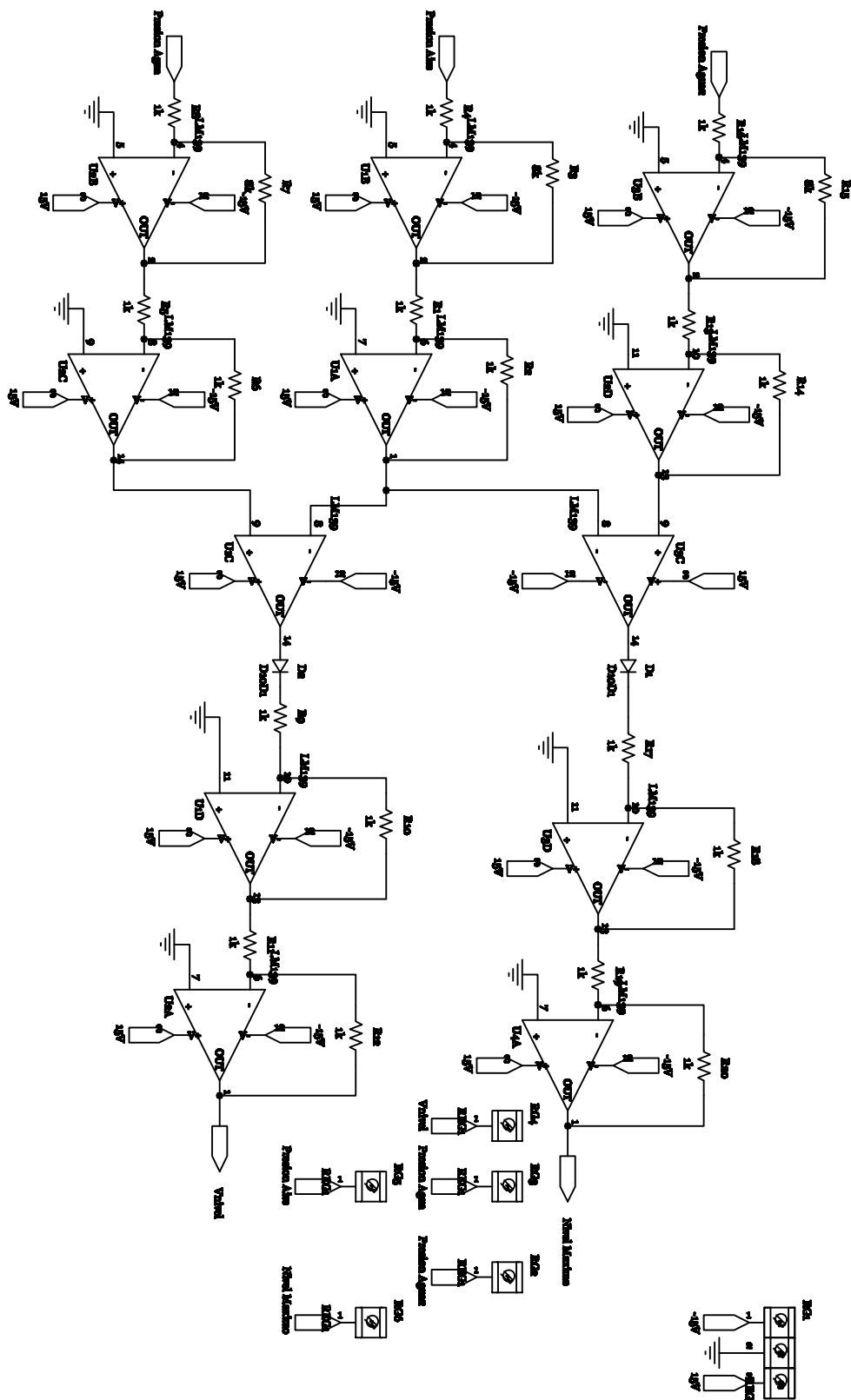




17-02-2014	Adolfo Ruiz Garcia-Vaso	Universidad politécnica de cartagena
Diseño de la tarjeta de control de un sistema de planchado industrial		
LCD		Nº
Capa TOP		8

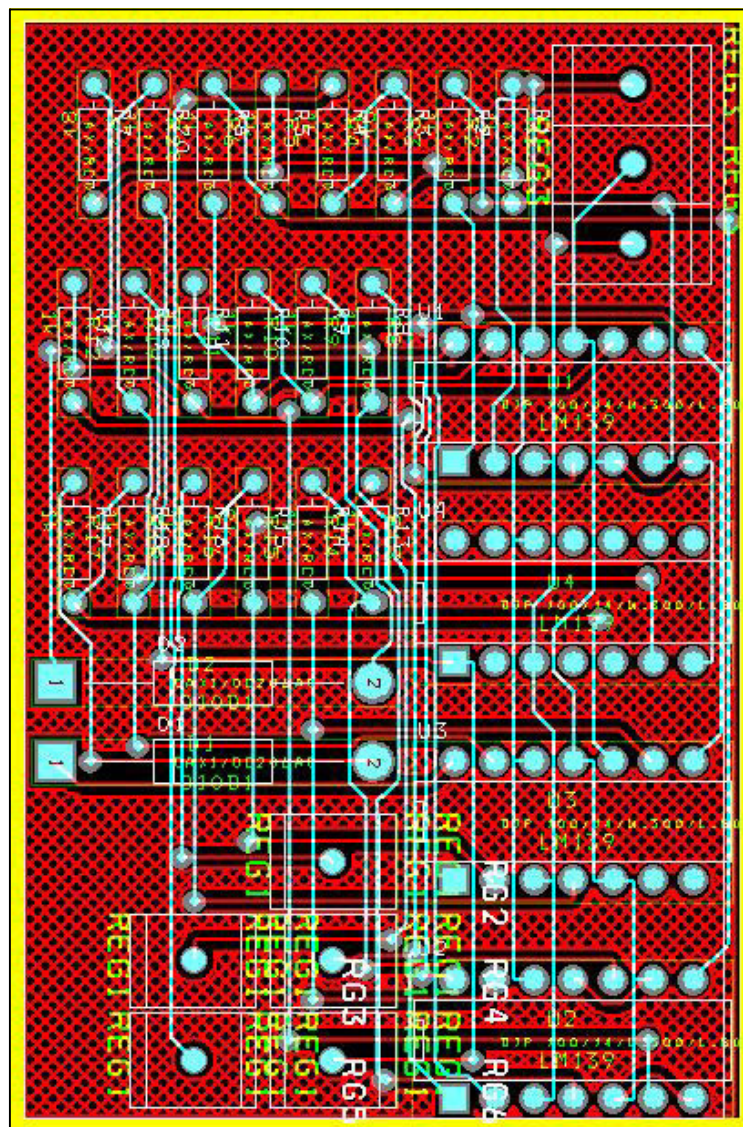


17-02-2014	Adolfo Ruiz Garcia-Vaso	Universidad politécnica de cartagena
Diseño de la tarjeta de control de un sistema de planchado industrial		
LCD		Nº
Capa BOT		9

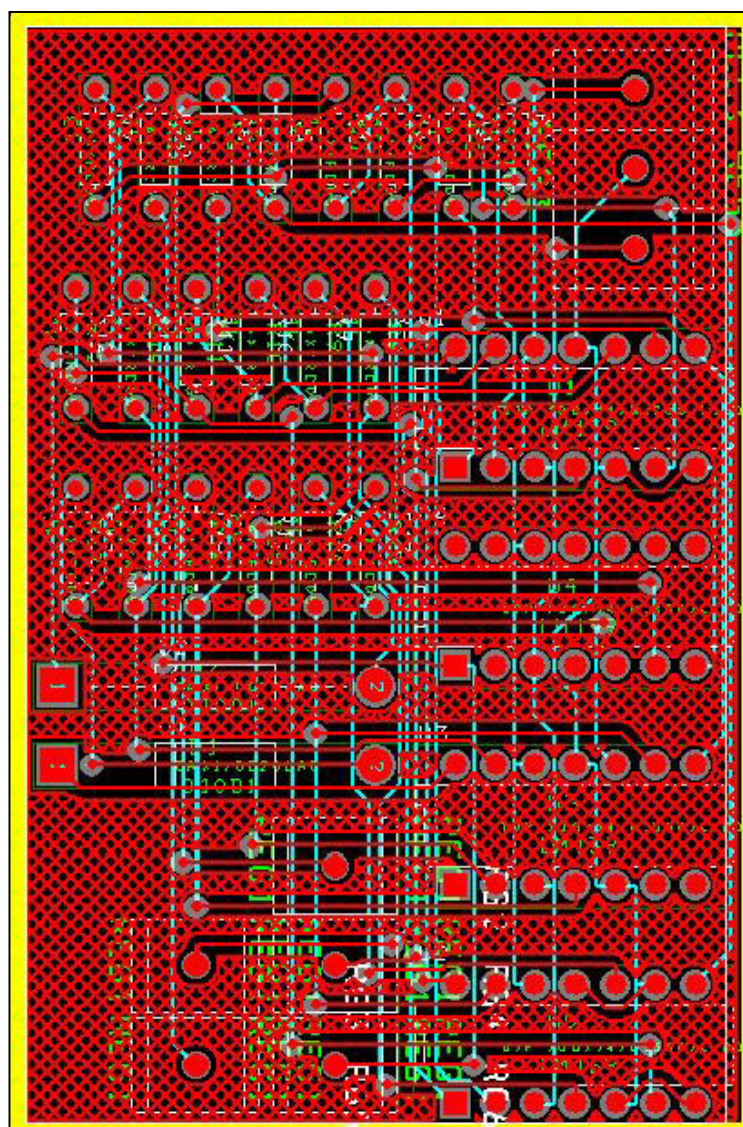


17-02-2014	Adolfo Ruiz Garcia-Vaso	Universidad politécnica de cartagena
Diseño de la tarjeta de control de un sistema de planchado industrial		
Nivel del deposito  Esquemático		Nº  10



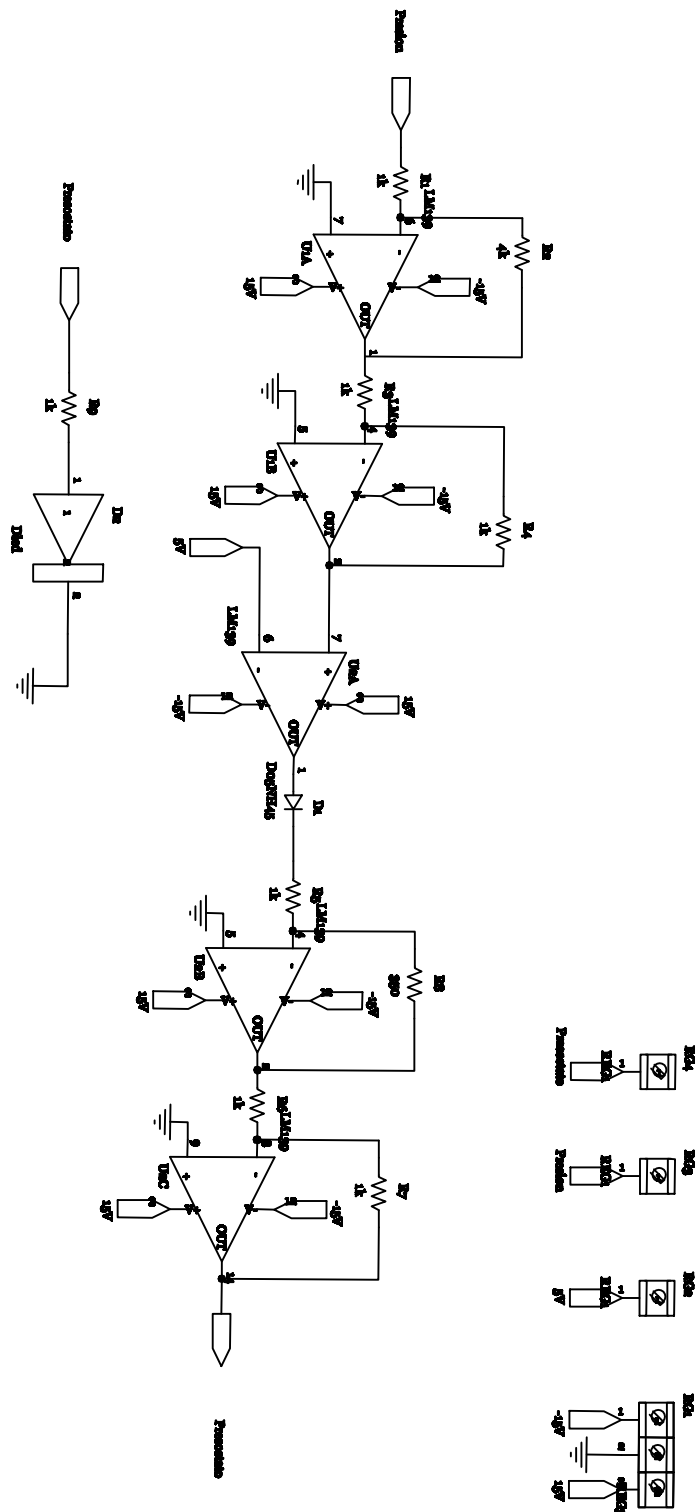


17-02-2014	Adolfo Ruiz Garcia-Vaso	Universidad politécnica de cartagena
Diseño de la tarjeta de control de un sistema de planchado industrial		
Nivel del deposito  Capa TOP		Nº  11

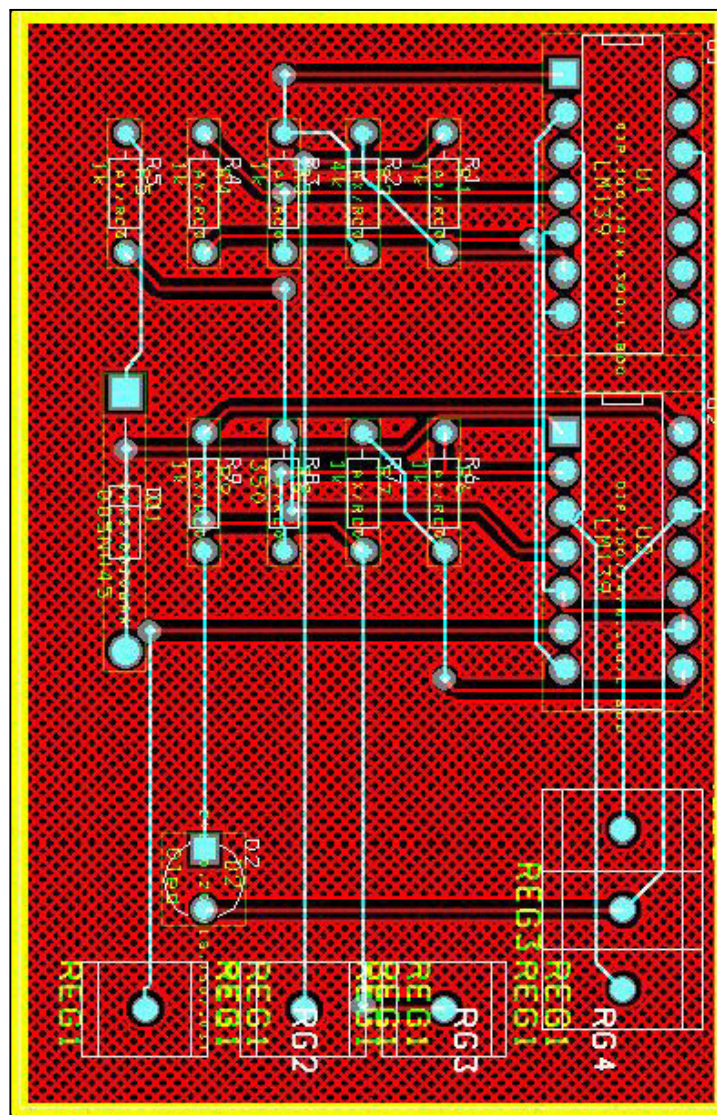


17-02-2014	Adolfo Ruiz Garcia-Vaso	Universidad politécnica de cartagena
Diseño de la tarjeta de control de un sistema de planchado industrial		
Nivel del deposito  Capa BOT		Nº  12

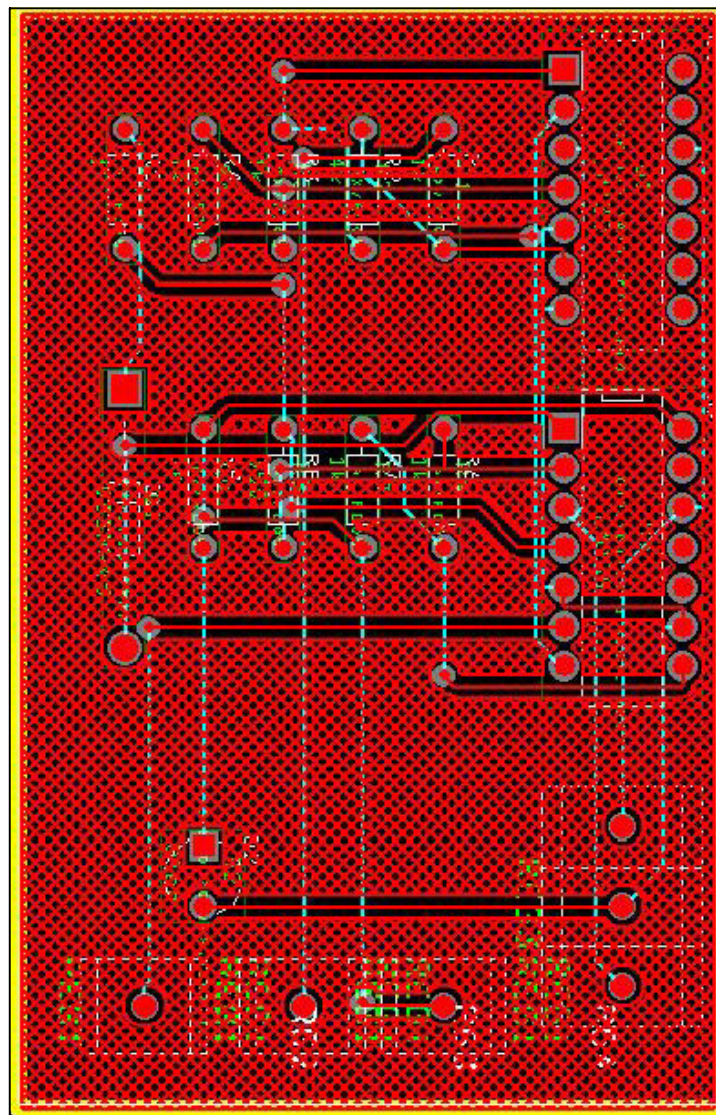




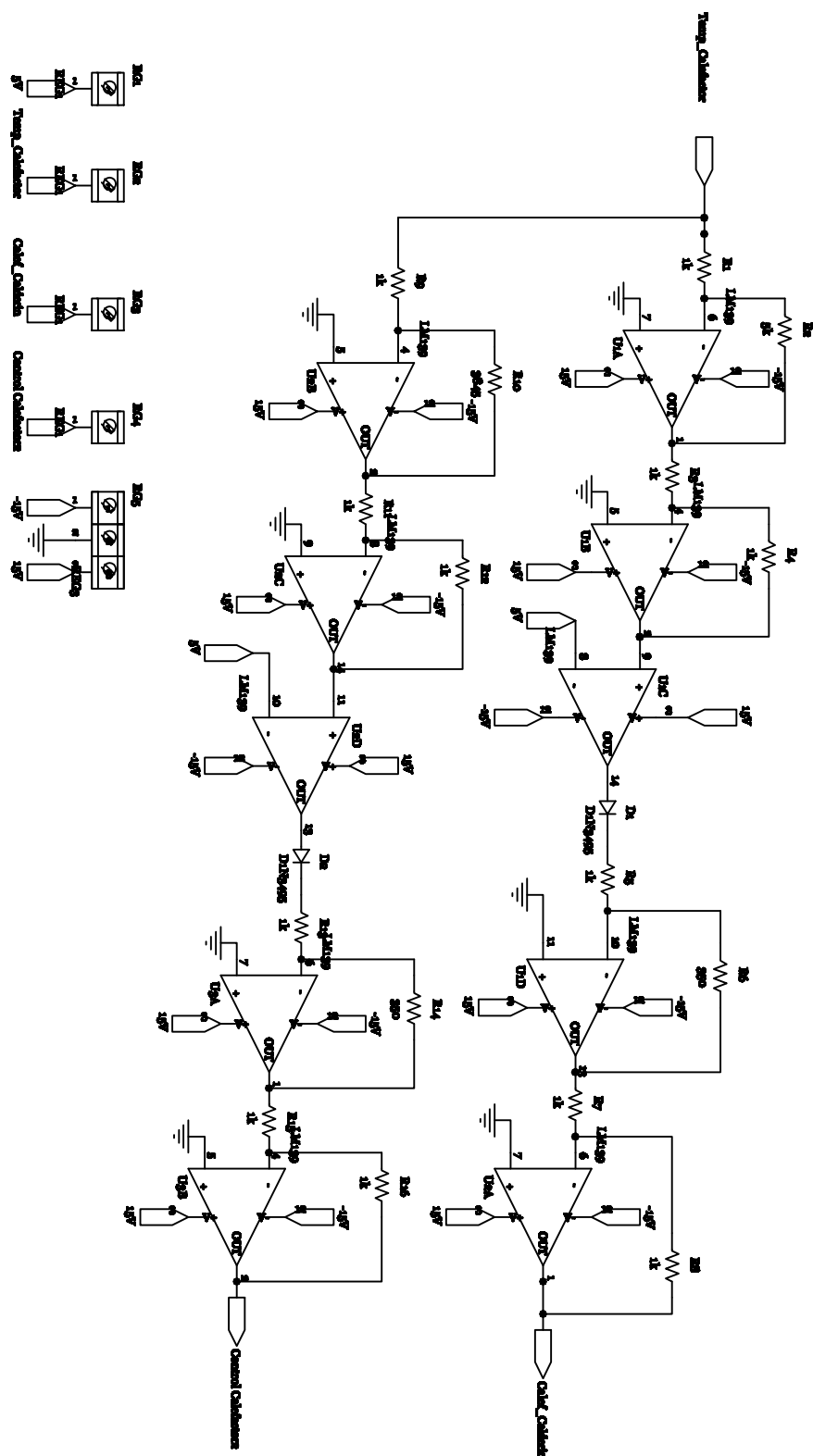
17-02-2014	Adolfo Ruiz Garcia-Vaso	Universidad politécnica de cartagena
Diseño de la tarjeta de control de un sistema de planchado industrial		
Presión en el calderín		Nº
Esquemático		13



17-02-2014	Adolfo Ruiz Garcia-Vaso	Universidad politécnica de cartagena
Diseño de la tarjeta de control de un sistema de planchado industrial		
Presión en el calderín		Nº
Capa TOP		14

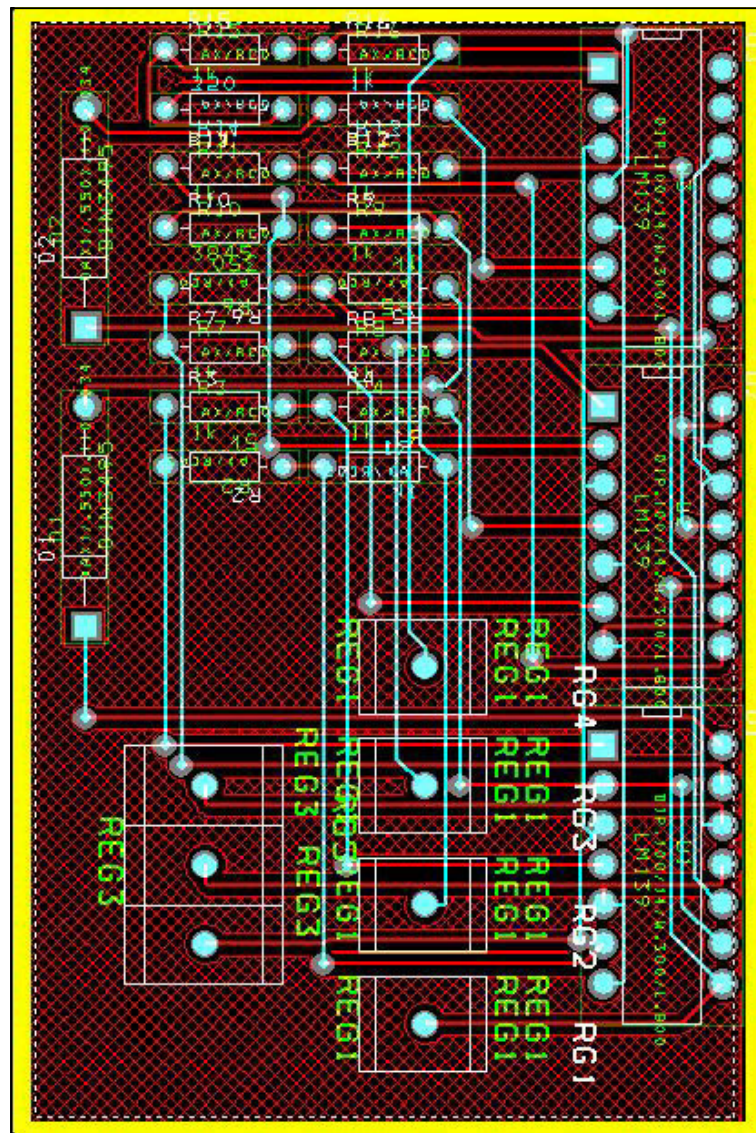


17-02-2014	Adolfo Ruiz Garcia-Vaso	Universidad politécnica de cartagena
Diseño de la tarjeta de control de un sistema de planchado industrial		
Presión en el calderín		Nº
Capa BOT		15

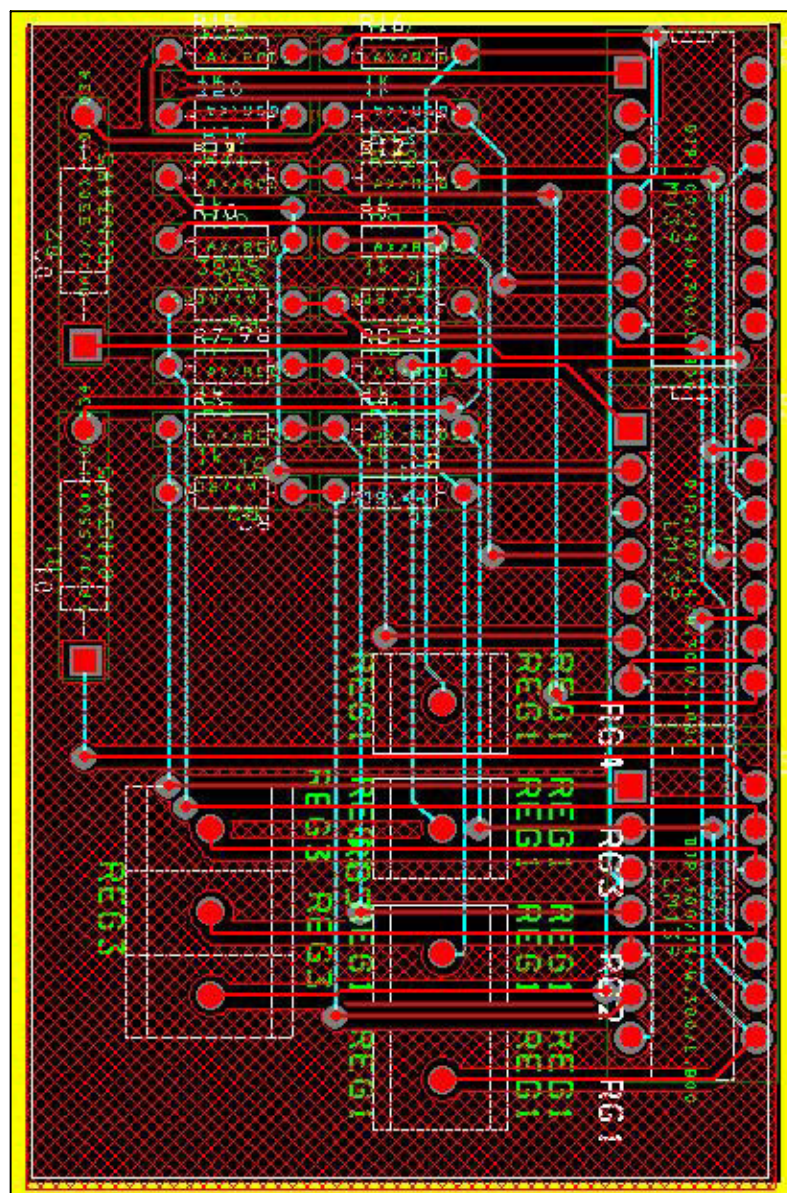


17-02-2014	Adolfo Ruiz Garcia-Vaso	Universidad politécnica de cartagena
Diseño de la tarjeta de control de un sistema de planchado industrial		
Elemento calefactor del calderín Esquemático		Nº  16





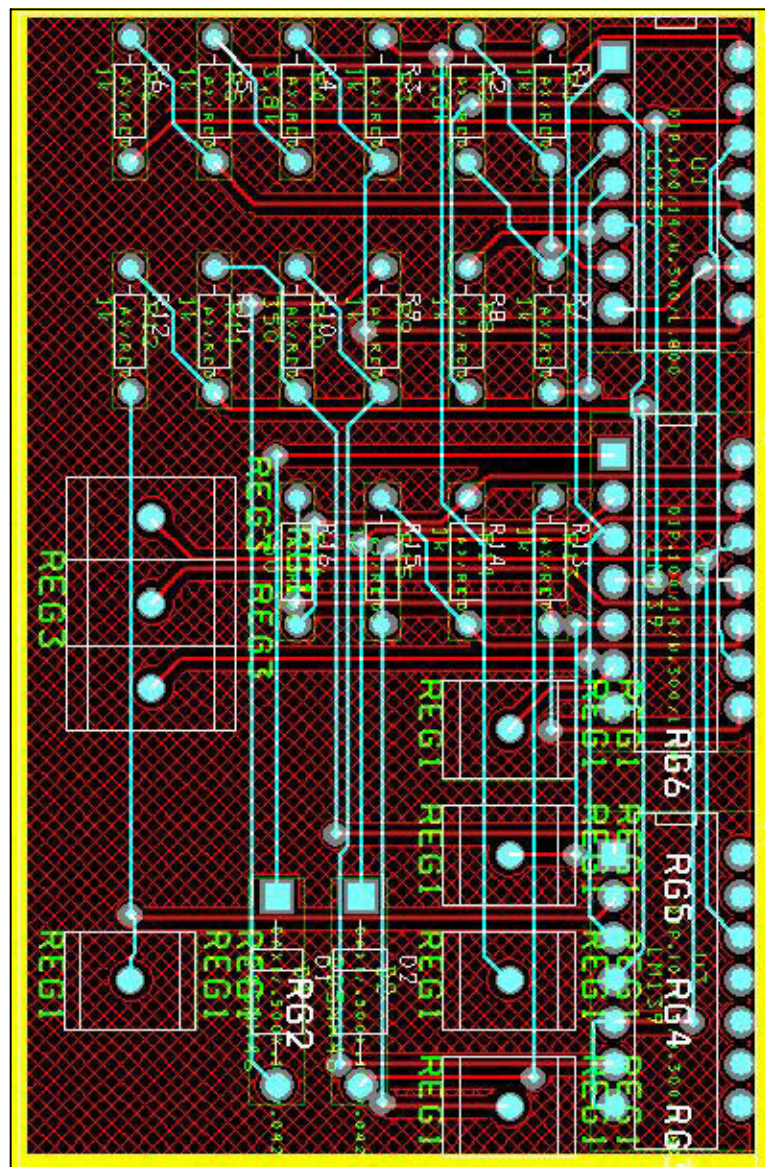
17-02-2014	Adolfo Ruiz Garcia-Vaso	Universidad politécnica de cartagena
Diseño de la tarjeta de control de un sistema de planchado industrial		
Elemento calefactor del calderín Capa TOP		Nº  17



17-02-2014	Adolfo Ruiz Garcia-Vaso	Universidad politécnica de cartagena
Diseño de la tarjeta de control de un sistema de planchado industrial		
Elemento calefactor del calderín Capa BOT		Nº 18

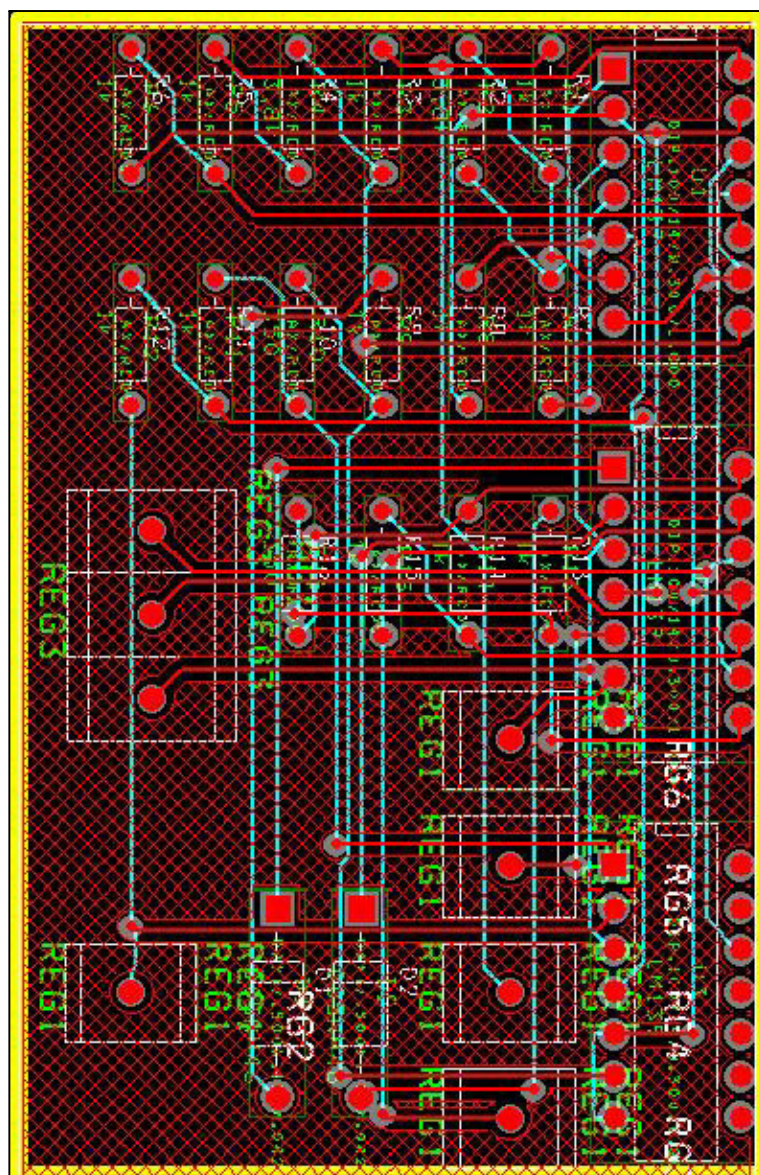






17-02-2014	Adolfo Ruiz Garcia-Vaso	Universidad politécnica de cartagena
Diseño de la tarjeta de control de un sistema de planchado industrial		
Elemento calefactor de la plancha Capa TOP		Nº  20





17-02-2014	Adolfo Ruiz Garcia-Vaso	Universidad politécnica de cartagena
Diseño de la tarjeta de control de un sistema de planchado industrial		
Elemento calefactor de la plancha Capa BOT		Nº  21

